



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES DE LA
COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE
BAJA CALIFORNIA, DURANTE LAS ANOMALÍAS
CLIMÁTICAS DEL 2014 Y 2015**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA

ANA GABRIELA URIBE PRADO

LA PAZ, B.C.S., JUNIO DE 2018.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S. siendo las 12:00 horas del día 28 del mes de Mayo del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

“ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES DE LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, DURANTE LAS ANOMALÍAS CLIMÁTICAS DEL 2014 Y 2015”

Presentada por el alumno:

URIBE

Apellido paterno

PRADO

materno

ANA GABRIELA

nombre(s)

Con registro:

B	1	6	0	7	7	2
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

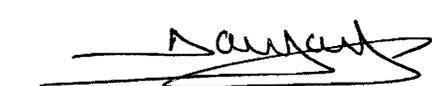
MAESTRIA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis


DR. GERARDO ACEVES MEDINA
Director de Tesis

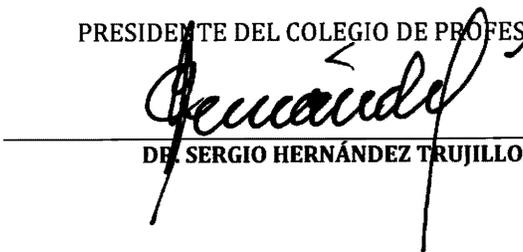

M en C. **RICARDO JAVIER SALDIERNA MARTÍNEZ**
2º. Director de Tesis


DRA. SYLVIA PATRICIA ADELHEID JIMÉNEZ ROSENBERG


M en C. **JOSÉ RICARDO PALOMARES GARCÍA**


M en C. **ALEJANDRO TRINIDAD HINOJOSA MEDINA**

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO



I.P.N.
CICIMAR
DIRECCIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 30 del mes de Mayo del año 2018

El (la) que suscribe BIÓL. PESQ. ANA GABRIELA URIBE PRADO Alumno (a) del Programa

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro B160772 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. GERARDO ACEVES MEDINA Y M en C. RICARDO JAVIER SALDIERNA MARTÍNEZ

y cede los derechos del trabajo titulado:

"ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES DE LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA

DE BAJA CALIFORNIA, DURANTE LAS ANOMALÍAS CLIMÁTICAS DEL 2014 Y 2015"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: auribeprado@gmail.com - gacevesm@hotmail.com - rsaldier@hotmail.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


BIÓL. PESQ. ANA GABRIEL URIBE PRADO

Nombre y firma del alumno

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia por todo el apoyo y amor incondicional que me han brindado a pesar del tiempo y la distancia.

A mis amigos y compañeros de maestría por su amistad brindada.

Agradecimientos

A través de las siguientes líneas quiero reconocer el apoyo brindado por el personal docente, administrativo y de servicios, así como a las autoridades del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional durante mi estancia en la institución como alumna del Programa de Maestría en Manejo de Recursos Marinos. A los programas CONACyT y BEIFI por las becas brindadas para la realización de la maestría.

Un reconocimiento muy especial merecen mis profesores que participaron activamente en mi desarrollo profesional y que en reiteradas ocasiones me brindaron diversas asesorías, al igual que a mis directores de tesis el Dr. Gerardo Aceves Medina y el M. en C. Ricardo J. Martínez Saldierna por toda la orientación y paciencia brindada durante el desarrollo de este trabajo.

A mi comité revisor integrado por la Dra. Sylvia Patricia Adelehid Jiménez Rosenberg, el M. en C. José Ricardo Palomares García y el M. en C. Alejandro Trinidad Hinojosa Medina por sus valiosas sugerencias y comentarios realizados para mejorar este trabajo. También quiero reconocer las asesorías brindadas por el Biol. Martín Hernández Rivas para la interpretación del contexto ambiental y ecológico, así como al Dr. Raymundo Avendaño Ibarra y a la Dra. Roxana De Silva Dávila por los cursos impartidos para el diseño de mapas en Surfer y por el apoyo en los diagramas T-S.

Al proyecto interdisciplinario desarrollado por el IPN-CICIMAR e INAPESCA, denominado “Prospección acústica, biología pesquera básica y censos de huevos y larvas de peces, larvas de langosta y paralarvas de calamar, de especies de importancia comercial en el noroeste de México”, así como a todo el personal e instituciones que participaron activamente durante el desarrollo de los cruceros BIPOCO-1407 y BIPOCO-1509, piezas clave para la obtención de los datos ambientales y biológicos empleados en el presente estudio. Al grupo de trabajo del programa IMECOCAL, especialmente al Dr. Reginaldo Durazo Arvizu por facilitarnos la información depurada de los datos físicos.

A los siguientes proyectos de investigación apoyados por el IPN: “Ecología de larvas de peces de la costa occidental de la Península de Baja California” con clave SIP

20151160, “Hábitat de desove y crianza de peces de importancia comercial y ecológica del Noroeste de México” con clave SIP 20160525, “Ecología del zooplancton del Noroeste de México” clave SIP 20170916 y “Especies indicadoras de variabilidad ambiental inter e intra anual en el zooplancton de la región sur de la Corriente de California” clave SIP 20180256, dirigidos por el Dr. Gerardo Aceves Medina. Además de los proyectos: “Taxonomía y distribución vertical de larvas de peces al sur del golfo de California y el océano Pacífico adyacente” con clave SIP 20170376 y SIP 20180383, dirigidos por la Dra. Sylvia Patricia A. Jiménez Rosenberg. Al programa IMECOCAL proyecto ciencia básica CONACyT clave 254745, dirigido por Dr. Timothy Baumgartner McBride.

Al Departamento de Ictioplancton por el apoyo incondicional brindado durante mi aprendizaje en la identificación de especies de larvas de peces y análisis de datos, así como también por el agradable ambiente de trabajo y compañerismo. A mis compañeros académicos María Moreno Alcántara, Andrés Aguiar Abaroa, Airam Sarmiento Lezcano y Rubén Esteban García Gómez por sus valiosas aportaciones y comentarios realizados durante las sesiones del grupo trabajo.

Por último, pero no por ello menos importante a mis compañeros de generación Lili Pelayo González, Evelyn V. Arias Cedeño, Cristina Casillas López, Luis Miguel Burciaga Cifuentes, Luis M. Vázquez Robles, Germán Rojas Silva y David Laderos Tafolla por su amistad brindada.

Índice general

Índice de tablas	i
Índice de figuras	ii
Índice de anexos	vi
Glosario	vii
Resumen	x
Abstract	xi
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes	6
3. Área de estudio	10
4. Justificación.....	14
5. Hipótesis	15
6. Objetivo	15
6.1. Objetivo general.....	15
6.2. Objetivos específicos	15
7. Materiales y métodos	16
7.1. Trabajo de campo	16
7.2. Trabajo de laboratorio.....	17
7.3. Análisis de datos.....	17
8. Resultados	21
8.1. Condiciones ambientales.....	21
8.2. Estructura de la comunidad	41
8.3. Composición y distribución de las asociaciones de larvas de peces	60
8.4. Relación de las variables ambientales y las asociaciones de larvas de peces	78
9. Discusión	91
9.1. Condiciones ambientales.....	91
9.2. Estructura de la comunidad	98
9.3. Composición y distribución de las asociaciones	103
9.4. Relación de las variables ambientales y las asociaciones de larvas de peces	108
10. Conclusiones	110
11. Bibliografía	112
12. Anexos	130

Índice de tablas

Tabla 1.- Valores promedio, mínimo y máximo de las variables físicas y biológicas. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	22
Tabla 2.- Abundancia y frecuencia relativa de las especies de larvas de peces dominantes en la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	46
Tabla 3.- Valores promedio, mínimo y máximo de diversidad, riqueza y equidad. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015)..	56
Tabla 4.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	78
Tabla 5.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	81
Tabla 6.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	83
Tabla 7.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la costa occidental de la Península de Baja California (otoño de 2015).	85
Tabla 8.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	87
Tabla 9.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	89

Índice de figuras

Figura 1.- Estaciones de muestreo. Costa occidental de la Península de Baja California en verano de 2014 (◻) y otoño de 2015 (◆). El número de cada transecto perpendicular a la costa indica la línea de muestreo y el situado sobre la línea indican la estación.	10
Figura 2.- Distribución superficial de: temperatura (a), salinidad (b), clorofila-a (c) y volumen zooplanctónico (d). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	23
Figura 3.- Distribución superficial de: temperatura (a), salinidad (b), clorofila-a (c) y volumen de zooplanctónico (d). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	24
Figura 4.- Distribución superficial de la abundancia de larvas. Costa occidental de la Península de Baja California, verano 2014 (a) y otoño 2015 (b).	25
Figura 5.- Diagramas de temperatura-salinidad al norte (azul) y sur (rojo) de Punta Eugenia, para verano 2014 (a) y otoño 2015 (b). ASA= Agua Subártica, ATS = Agua Tropical Superficial, ATr= Agua Transicional, AStS = Agua Subtropical Superficial, AESs= Agua Ecuatorial Subsuperficial, AIP= Agua Intermedia del Pacífico.....	27
Figura 6.- Perfiles verticales de temperatura al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante verano de 2014.....	29
Figura 7.- Perfiles verticales de salinidad al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante verano de 2014.....	31
Figura 8.- Perfiles verticales de clorofila-a al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante verano de 2014.....	33
Figura 9.- Perfiles verticales de temperatura en las regiones al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante otoño de 2015.	35
Figura 10.- Perfiles verticales de salinidad en las regiones norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante otoño de 2015.	37
Figura 11.- Perfiles verticales de clorofila-a en las regiones al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante otoño de 2015.	39
Figura 12.- Abundancia relativa y número de taxa identificados. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).....	41
Figura 13.- Abundancia relativa y número de taxa identificados en las regiones norte (a) y sur (b) de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).....	42

Figura 14.- Abundancia relativa y número de taxa por familia. Costa occidental de la Península de Baja California: verano 2014 (a) y otoño 2015 (b).	43
Figura 15.- Abundancia y frecuencia relativa de las especies dominantes. Costa occidental de la Península de Baja California: verano 2014 (a) y otoño 2015 (b).	44
Figura 16.- Abundancia relativa (a) y número de taxa (b) de larvas de peces por afinidad faunística. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	48
Figura 17.- Abundancia relativa (a) y número de taxa (b) de larvas de peces por afinidad faunística. Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	50
Figura 18.- Abundancia relativa (a) y número de taxa (b) de larvas de peces por afinidad faunística. Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	51
Figura 19.- Abundancia relativa (a) y número de taxa (b) de las larvas de peces por tipo de hábitat. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	52
Figura 20.- Abundancia relativa (a) y número de taxa (b) de las larvas de peces por tipo de hábitat. Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	54
Figura 21.- Abundancia relativa (a) y número de taxa (b) de las larvas de peces por tipo de hábitat. Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).	55
Figura 22.- Distribución de diversidad (a), riqueza (b) y equidad (c). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	58
Figura 23.- Distribución de diversidad (a), riqueza (b) y equidad (c). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	59
Figura 24.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014). Las barras grises indican la separación de las especies mesopelágicas del grupo mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 45% (color rojo).	61
Figura 25.- Distribución de los grupos GMV1 (a), GCV1 (b) y GCV2 (c). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	62
Figura 26.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces de la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014). Las barras	

grises indican la separación de especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 45% (color rojo).....	65
Figura 27.- Distribución de los grupos GMVN1 (a) y GCVN1 (b) en la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	66
Figura 28.- Dendrograma de los grupos de larvas de la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014). Las barras grises indican la separación de especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 45% (color rojo).	67
Figura 29.- Distribución de los grupos GMVS1 (a), GMVS2 (b) y GCVS1 (c) y GCVS2 (d) en la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	68
Figura 30.- Dendrograma de grupos de larvas de peces. Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015). Las barras grises indican la separación de las especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 50% (color rojo).	70
Figura 31.- Distribución de los grupos GMO1 (a), GMO2 (b) y GCO1 (c). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	71
Figura 32.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces de la región norte de la Península de Baja California para otoño de 2015. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 60% (color rojo).	73
Figura 33.- Distribución de los grupos GMON1 (a), GMON2 (b) y GCON1 (c) en la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	74
Figura 34.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces de la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015). Las barras grises indican la separación de las especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 50% (color rojo).....	76
Figura 35.- Distribución de los grupos GMOS1 (a) y GCOS1 (b) en la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).....	77
Figura 36.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	80

Figura 37.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	82
Figura 38.- Diagrama de dispersión por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).	84
Figura 39.- Diagrama de dispersión por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	86
Figura 40.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño de 2015).	88
Figura 41.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).	90
Figura 42.- Índice multivariado de El Niño Oscilación del Sur (ENSO). (Modificado de: https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/).	95

Índice de anexos

Anexo 1.- Listado taxonómico y abundancia total (larvas/10 m ²) de las especies de la costa occidental de la Península de Baja California, durante el verano de 2014 y otoño de 2015. Afinidad faunística (AF): templado (Tm), subártico (Sa), tropical (Tr) y subtropical (Sbtr). Hábitat (H): demersal somero (Ds), demersal de profundidad (Dp), arrecifal (Ar), pelágico costero (Pc), pelágico oceánico (Po), mesopelágico (Mp) y batipelágico (Bp).....	130
Anexo 2.- Especies que integraron las asociaciones de larvas de peces de la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014 y otoño de 2015.....	143
Anexo 3.- Distribución de las especies dominantes en la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014.....	147
Anexo 4.- Distribución de las especies dominantes en la costa occidental de la Península de Baja California, durante otoño de 2015.....	149

Glosario

Abundancia: número total de individuos de una o más especies presentes en un área definida.

Advección: transporte o movimiento de un fluido, partículas u organismos a través de un plano horizontal.

Anomalía: término empleado para denotar la diferencia ya sea positiva o negativa de una variable con respecto al promedio.

Afinidad faunística: rango de distribución geográfica de una especie.

Asociación de larvas de peces: entidad conformada por larvas de un grupo de especies que presentan requerimientos o respuestas similares a gradientes ambientales específicos.

Batipelágico: organismo que habita a profundidades entre los 1,000 y 4,000 m.

Biomasa: masa de organismos vivos en una área o volumen determinado.

Comunidad: conjunto de poblaciones de diferentes especies que interactúan entre sí en un espacio definido.

Corriente: movimiento de traslación, continuado y permanente de una masa de agua determinada de los océanos y, en menor grado, de los mares más extensos.

Demersal: organismos que habitan preferentemente el fondo marino pero que pueden hacer incursiones en el ambiente pelágico.

Dendrograma: representación gráfica que organiza una serie de datos en categorías o grupos que se van dividiendo en otras hasta llegar al nivel de detalle deseado.

Ecosistema: Sistema de organismos vivos que interactúan y su entorno físico. Los límites de lo que se puede denominar ecosistema son un poco arbitrarios, y dependen del enfoque del interés o estudio.

Estructura bi-ciclónica: Estado o disposición que hace referencia a la presencia de dos remolinos ciclónicos.

El Niño: modo de variación ambiental interanual de intensidad variable, una ocurrencia de 3 a 7 años y una duración de 12 a 18 meses. Consiste en un calentamiento de las

aguas superficiales de la zona ecuatorial del Océano Pacífico central y oriental, que afecta la circulación atmosférica de todo el mundo. Se asocia a temperaturas sostenidas de la superficie del mar que se encuentran por encima del promedio, y que provocan cambios en los patrones de viento y precipitación.

Estrategia reproductiva: patrón general de reproducción mostrada por los individuos de una especie cuyo objetivo es producir descendencia reproductivamente activa.

Grupo recurrente: *taxa* que constantemente ocurren juntos y tienen requerimientos ambientales similares.

Hábitat: espacio que reúne las condiciones ambientales necesarias para que una especie resida, se desarrolle y reproduzca.

Indicador biológico: son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para caracterizar e identificar variaciones del ambiente.

Índice Multivariado El Niño Oscilación del Sur (MEI): resultado del análisis de componentes principales que considera seis variables monitoreadas en el Pacífico Tropical. Estas variables son: la presión sobre el nivel del mar, el componente meridional (norte-sur) del viento, el componente zonal (este-oeste) del viento, la temperatura superficial del mar, la temperatura superficial del aire y la cobertura nubosa. Valores positivos de este índice representan la fase cálida o un evento El Niño y los valores negativos la fase fría o un evento La Niña.

Índice de Oscilación Decadal del Pacífico Norte (PDO): describe la evolución temporal del patrón espacial dominante de las anomalías de temperatura superficial del mar en la región del Pacífico Norte. La periodicidad de este evento es de 15 a 20 años. El índice es positivo cuando la temperatura es anómalamente cálida a lo largo de la costa de Norteamérica, Centroamérica y el Ecuador y fría en el interior del Pacífico Norte, y negativo cuando esa distribución es inversa.

Índice del Giro del Pacífico Norte (NPGO): señal de baja frecuencia de la altura superficial del mar que indica variaciones en la circulación del Giro Subtropical del Pacífico Norte y el Giro de Alaska, que a su vez se relaciona con las aguas que originan la Corriente de California. Los valores positivos están relacionados con un fortalecimiento de la Corriente de California, junto con un incremento en los valores de

salinidad superficial, nutrientes y valores de clorofila-a. Los valores negativos se asocian con disminuciones de estas variables, deduciendo una menor fuente de agua subártica y baja productividad.

Larva: estadio posterior a la eclosión del huevo y que distingue al individuo por presentar características morfológicas diferentes a las de las etapas juvenil y adulto.

Mesopelágico: organismo que habita profundidades entre los 200 y 1,000 m.

Patrón: modelo que se emplea al establecer alguna magnitud o muestra para replicarla o conjunto de sucesos recurrentes.

Plancton: conjunto de organismos pelágicos de pequeño tamaño (< 3 cm) que derivan pasivamente o nadan débilmente en las masas de agua.

Táctica reproductiva: variaciones en el patrón general de reproducción de las especies en respuesta a las fluctuaciones del ambiente.

Taxa: plural de *taxón*.

Taxón: unidad taxonómica que refiere a un grupo de organismos emparentados, que a partir de su clasificación han sido agrupados.

Variable ambiental: descriptor físico, químico, geológico y/o biológico que permite describir el ambiente.

Zooplancton: fracción heterótrofa del plancton que comprende tanto organismos meroplanctónicos como holoplanctónicos incapaces de contrarrestar las corrientes.

Resumen

Durante el periodo 2013 a 2016 se desarrollaron una serie de eventos climáticos en el norte del Océano Pacífico que afectaron en diferente extensión e intensidad la dinámica del Sistema de la Corriente de California (SCC). Para el caso de la región oceánica frente a la Costa Occidental de la Península de Baja California (COPBC), ésta se vio afectada en 2015-2016 por uno de los eventos El Niño más intensos del registro histórico (comparable con los de 1982-1983 y 1997-1998), el cual fue precedido por la masa de agua cálida originada en el Golfo de Alaska en 2013 y por un evento El Niño de corta duración durante 2014. Si bien se ha estudiado el efecto de estos procesos en diferentes grupos faunísticos del norte y centro del SCC, aún existe discusión sobre su efecto al sur del SCC. Este trabajo aporta evidencias de la influencia de las variables ambientales en la distribución de las asociaciones de larvas de peces de la COPBC durante el verano de 2014 y otoño de 2015. A partir de técnicas de clasificación y ordenación con datos ambientales y de abundancia de ictioplancton, se definieron asociaciones tanto costeras como oceánicas relacionadas con valores altos de abundancia larval y riqueza específica durante 2014, contrario a lo observado durante otoño de 2015. Ambas temporadas se caracterizaron por presentar una comunidad dominada por especies mesopelágicas principalmente de afinidad tropical-subtropical y una alta diversidad de especies demersales. La distribución de las asociaciones estuvo delimitada latitudinalmente por la región frente a Punta Eugenia y longitudinalmente por una región costera y otra oceánica. Adicionalmente se detectó un efecto diferencial de las variables ambientales registradas sobre los gradientes de distribución las asociaciones de larvas de peces, observándose una mayor influencia de las variables biológicas (concentración de Clorofila-a y zooplancton) al norte del área de estudio y de las variables físicas (temperatura y salinidad superficial) al sur.

Palabras clave: Sistema de la Corriente de California, asociaciones de larvas de peces y anomalías climáticas de 2013-2016.

Abstract

From 2013 to 2016, a series of climatic events developed in the north Pacific Ocean affecting in different extent and intensity the dynamics of the California Current System (CCS). The oceanic region off the west coast of the Baja California Peninsula (WCBCP) was affected in 2015-2016 by one of the most intense El Niño events recorded so far (comparable with those of 1982-1983 and 1997-1998), which was preceded by the warm water mass originated in the Gulf of Alaska in 2013, and the short-lived El Niño event during 2014. Although the effect that those processes had on different faunal groups from the north and center of the SCC has been studied, there is still discussion about their effect on the southern portion. This work provides evidence of the influence of environmental variables on the distribution of fish larvae associations from the WCBCP during the summer of 2014 and autumn of 2015. Based on classification and ordination techniques using environmental and ichthyoplanktonic abundance data, coastal and oceanic assemblages were defined, related to high larval abundance and specific richness during summer of 2014. An opposite pattern was observed during the autumn of 2015. Both seasons were characterized by a community dominated by mesopelagic species mainly of tropical-subtropical affinity and a high diversity of demersal species. The distribution of the assemblages was limited latitudinally by the transitional boundary off Punta Eugenia and longitudinally by a coastal region and an oceanic region. In addition, a differential effect of the environmental variables registered on the distribution gradients of the fish larval assemblages was detected, with a greater influence of the biological variables (chlorophyll-*a* and zooplankton) to the northern portion of the study area and the physical variables (temperature and surface salinity) to the south.

Key words: California Current System, fish larvae assemblages, climatic anomalies from 2013-2016.

1. Introducción

El estudio de la composición, abundancia y distribución de las primeras etapas que integran el ciclo de vida de los peces, así como de las variables ambientales y procesos que determinan su supervivencia y distribución, resulta de vital importancia no sólo para el entendimiento de sus fluctuaciones poblacionales, sino para comprender el funcionamiento general del ecosistema marino (Moser y Smith, 1993 a; Cowan y Shaw, 2002; Ottersen *et al.*, 2010).

Las asociaciones integradas por grupos de especies cuyas larvas concurren en el mismo espacio y tiempo, se caracterizan por presentar similitudes en sus respuestas conductuales y fisiológicas a los gradientes ambientales característicos de una región en particular (Frank y Leggett, 1983; Miller, 2002). Adicionalmente, conforman indicadores biológicos que funcionan como una herramienta para definir y/o caracterizar tanto fronteras entre comunidades como regiones faunísticas, dado que presentan rangos de distribución más estrechos que los adultos y se encuentran sujetos a procesos hidrográficos de retención y concentración (Loeb, 1980; Barnett, 1983; Moser *et al.*, 1987; Aceves-Medina, 2003; Aceves-Medina *et al.*, 2004; Jiménez-Rosenberg y Aceves-Medina, 2009; Tiedemann y Brehmer, 2017).

A partir de los estudios realizados sobre el ictioplancton del Sistema de la Corriente de California (SCC), se ha establecido que la abundancia regional y la composición de larvas de peces se encuentran relacionadas con las variaciones del régimen hidrográfico (Loeb *et al.*, 1983 a-b, Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 a-b; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b). De forma complementaria, se han identificado un Complejo Norteño formado por diferentes asociaciones de larvas de peces de especies costeras y oceánicas de afinidad templado-subártica y transicional, así como un Complejo Sureño integrado por asociaciones de tipo transicional y de la región del Pacífico Tropical Oriental, además de un Complejo Costero que incorpora especies asociadas a la plataforma continental de Bahía Sebastián Vizcaíno y el Golfo de Ulloa, cuya composición específica es variable (Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 a-b; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008).

Para el caso de la región adyacente frente a Punta Eugenia (incluyendo la Bahía Sebastián Vizcaíno), se ha observado que ésta funciona como una zona transicional donde interactúan las especies pertenecientes a ambos complejos. No obstante, su localización se ve influenciada a escala estacional e interanual, pudiéndose registrar un desplazamiento latitudinal hacia el norte durante eventos El Niño debido a la intrusión de agua cálida acompañada de un flujo predominante hacia el polo y el debilitamiento de la Corriente de California (CC). Para el caso de eventos La Niña puede distinguirse un deslizamiento hacia el sur, asociado al predominio de agua fría en la región y el fortalecimiento de la CC (Moser *et al.*, 1987; Parés-Sierra *et al.*, 1997; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2007).

Durante eventos El Niño en la Costa Occidental de la Península de Baja California (COPBC) se registran anomalías positivas en el nivel del mar, temperatura y salinidad (Durazo y Baumgartner, 2002), así como un incremento en la estratificación de la columna de agua y el correspondiente hundimiento de la termoclina y nutriclina (Espinosa-Carreón *et al.*, 2004), reduciéndose de esta manera el aporte de nutrientes disponibles para el fitoplancton en la zona eufótica y trayendo consigo el consecuente decremento en la producción zooplanctónica (Chávez *et al.*, 2002; Lavaniegos *et al.*, 2002; 2015).

Asimismo, se ha documentado que durante eventos El Niño se presentan cambios importantes en la composición específica, abundancia y distribución de las especies características de la región, asociado a la mayor ocurrencia de fauna tropical y/o subtropical y la expansión en su distribución hacia latitudes más altas (Moser *et al.*, 1987; López-Ibarra y Palomares-García, 2006; Granados-Amores *et al.*, 2010; Hernández-Rivas *et al.*, 2010; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b; Lavaniegos *et al.*, 2015). Cabe señalar que la intensidad de los eventos puede ser determinante en los efectos sobre ecosistema pelágico, siendo indetectables en algunos grupos zooplanctónicos (Lavaniegos *et al.*, 2015).

En lo que respecta al periodo comprendido desde 2013 al 2016, se desarrollaron una serie de eventos climáticos que influenciaron en diferente extensión e intensidad la dinámica del SCC (Leising *et al.*, 2015; McClatchie *et al.*, 2016; Chao *et al.*, 2017). El

primero corresponde al calentamiento anómalo de las aguas superficiales en el Pacífico Nororiental (The Blob), el cual comenzó en invierno de 2013 en el Golfo de Alaska y para 2015 se extendió gradualmente hacia regiones frente a California y Baja California (Bond *et al.*, 2015; Kintish, 2015; Peterson *et al.*, 2015). Este fenómeno sin precedentes que se intensificó resultando en una ola cálida de persistencia multianual que se prolongó hasta 2016 (Di Lorenzo y Mantua, 2016; Jacox *et al.*, 2016; Gentemann *et al.*, 2017; Wells *et al.*, 2017), fue el resultado de una disminución del enfriamiento superficial del océano y el debilitamiento de los vientos (Wang *et al.*, 2014; Bond *et al.*, 2015; Whitney, 2015; Amaya *et al.*, 2016).

Otro evento de calentamiento presente en la región fue la Anomalía Cálida del Sur de California, de extensión geográfica distinta al fenómeno anteriormente descrito para el Pacífico Nororiental (SCWA). Fue identificada en la primavera de 2014 como una banda de agua cálida superficial presente a lo largo del talud continental y que se intensificó gradualmente hasta la primavera del siguiente año, llegando hasta la Bahía del sur de California (Leising *et al.*, 2015).

En la región del Pacífico Ecuatorial de manera casi simultánea al evento El Niño débil de 2014 (Levine y McPhaden, 2016; Schiemer, 2015; Wang y Hendon, 2017), se desarrolló un evento intenso que alcanzó su máximo durante invierno de 2015-2016 (Varotsos *et al.*, 2016; Levine y McPhaden, 2016; Fiedler y Mantua, 2017). Debido a las condiciones cálidas preexistentes por la presencia de la ola cálida multianual, dicho evento fue pronosticado como uno de los sucesos más fuertes de la historia y fue denominado El Niño Godzila (Schiermeier, 2015; Whitney, 2015).

Complementario a lo anterior, durante este mismo periodo fueron identificados cambios en dos de los indicadores climáticos de mayor interés para el Pacífico Norte (Leising *et al.*, 2015; McClatchie *et al.*, 2016). El primero corresponde al índice de Oscilación Decadal del Pacífico (PDO; Mantua *et al.*, 1997) que comenzó a presentar valores positivos desde enero de 2014 indicando un incremento en la temperatura superficial del mar favorecido por la persistencia de la ola cálida que precedió y moduló la expresión del evento El Niño de 2015-2016 en la CC (Jacox *et al.*, 2016). El segundo corresponde al índice Oscilación del Giro del Pacífico Norte (NPGO; Di Lorenzo *et al.*, 2008) que registró valores negativos desde mediados de 2013 asociados a un

debilitamiento de la CC, así como una disminución de la salinidad superficial y bajas concentraciones de nutrientes y clorofila-a, que se traducen en menor dominio del agua subártica y baja productividad (Leising *et al.*, 2015; Jacox *et al.*, 2016; McClatchie *et al.*, 2016; <http://calcofi.org/ccpublications/state-of-the-california-current-live-supplement.html>).

Dentro de las observaciones realizadas en el SCC durante 2013-2016 se destacan anomalías positivas de temperatura, una intensa estratificación de la columna de agua, así como la profundización de la termoclina y por ende variaciones en la disponibilidad de nutrientes y producción primaria (Jacox *et al.*, 2016; Zaba y Rudnik, 2016). Sin embargo, también se detectaron variaciones contrastantes en el ámbito climático con un invierno intenso en las regiones centro y este de los Estados Unidos y Canadá durante 2013-2014, así como las sequías más severas de los últimos años en el Estado de California (Hartmann, 2015; Griffin y Anchukaitis, 2014; Seager *et al.*, 2015).

Algunas de las implicaciones biológicas observadas principalmente para las regiones norte y centro del SCC, involucran respuestas variadas en la dinámica poblacional de diferentes especies y niveles tróficos tanto del ambiente costero como oceánico (Leising *et al.*, 2015; Cavole *et al.*, 2016; McClatchie *et al.*, 2016). Tales respuestas dependieron de las habilidades que tuvieron las especies para compensar cambios en la abundancia de sus presas, así como en la localización de áreas productivas o de surgencias (Leising *et al.*, 2015; Cavole *et al.*, 2016; Basilio *et al.*, 2017). Otro de los impactos importantes fueron los florecimientos algales nocivos de *Pseudo-nitzschia* sp y las elevadas concentraciones de ácido domoico registradas durante otoño de 2014 y primavera-verano de 2015, las cuales originaron el cierre de algunas pesquerías de interés comercial desarrolladas a lo largo del Pacífico Nororiental y el deceso de depredadores tope (Cavole *et al.*, 2016; Du *et al.*, 2016; McCabe *et al.*, 2016; Peterson *et al.*, 2017; <https://oceanservice.noaa.gov/news/sep15/westcoast-habs.html>).

En lo que respecta al estado de la COPBC durante el periodo de calentamiento prolongado del SCC entre 2013 y 2016, éste ha mostrado un comportamiento diferencial (McClatchie *et al.*, 2016). A partir del análisis de datos de altimetría se ha evidenciado una aparente conectividad entre el norte y sur de la península, a través

de un flujo superficial hacia el polo que comenzó a detectarse durante septiembre de 2014 y se intensificó en 2015 (Durazo *et al.*, 2017), además de la advección de aguas de origen tropical y subtropical (McClatchie *et al.*, 2016; Durazo *et al.*, 2017). También se ha destacado que, aunque a partir de 2015 se detectó un fortalecimiento de la CC en muchas regiones del centro y sur de California, la COPBC registró altas anomalías positivas de temperatura y salinidad (McClatchie *et al.*, 2016). Otros de los cambios hidrográficos detectados fueron anomalías positivas del nivel del mar, una fuerte estratificación de la columna de agua y el hundimiento del núcleo de la CC entre los 100 y 150 m (De la Cruz-Orozco *et al.*, 2017; Durazo *et al.*, 2017). Dentro de las repuestas observadas en el ecosistema pelágico destacan el decremento en la producción primaria y los bajos volúmenes desplazados de zooplancton (McClatchie *et al.*, 2016; Gómez-Ocampo *et al.*, 2017 a-b).

Si bien la mayoría de las observaciones físicas e hidrodinámicas, así como repuestas biológicas han reflejado un panorama en algunos casos opuesto a lo documentado en eventos de calentamiento anteriores (Frischkecht *et al.*, 2015; Jacox *et al.*, 2016; McClatchie *et al.*, 2016), estas han sido realizadas principalmente para regiones puntuales al norte y centro del SCC, siendo poco conocido el efecto en la fracción sur. Po lo que como una contribución a entender la respuesta biológica del ecosistema pelágico del SCC a las anomalías detectadas entre 2013 y 2016, el presente estudio describe parte de la hidrografía presente en la costa occidental de la Península de Baja California y analiza los principales cambios detectados en la comunidad de larvas de peces y sus asociaciones durante verano de 2014 y otoño de 2015.

2. Antecedentes

Las primeras investigaciones sobre el ictioplancton del SCC iniciaron en 1949 con el programa CalCOFI (*California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*), como una estrategia para estudiar las causas que originaron el colapso de una de las pesquerías más importantes de los Estados Unidos, la sardina del Pacífico *Sardinops sagax* (Hewitt, 1988). A partir de entonces, los trabajos se enfocaron principalmente en conocer las áreas y épocas de desove, así como la supervivencia de juveniles de otras especies comercialmente importantes (Moser y Smith, 1993 a; Moser y Watson, 2006).

Pese a que las investigaciones efectuadas por el programa CalCOFI permitieron conocer los estadios de desarrollo y distribución larvaria de un gran número de especies, la extensa cobertura de muestreo ha quedado confinada desde 1985 a la región sur de California (Moser y Watson, 2006). A partir de los años de 1982 y 1997 se retomó el estudio del ecosistema pelágico correspondiente al sector mexicano de la CC, por el IPN-CICIMAR y el programa IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California), empleando la red de estaciones y los protocolos estándar utilizados por CalCOFI años atrás (Baumgartner *et al.*, 2006; <http://imecocal.cicese.mx/>).

Bajo este mismo contexto histórico, las primeras publicaciones sobre la ecología del ictioplancton corresponden a los trabajos realizados por Ahlstrom (1954, 1965). Sin embargo, no fue hasta la década de los años 70's que se comenzaron a desarrollar estudios enfocados principalmente a determinar la abundancia y distribución de diferentes comunidades zooplanctónicas e ictioplanctónicas (Ahlstrom, 1971 y 1972; Loeb *et al.*, 1983 a-b).

En esta misma década fueron publicados los primeros atlas de distribución de las especies ictioplanctónicas de la Corriente de California (Kramer y Ahlstrom, 1968; Kramer, 1970 y Ahlstrom, 1972), la primera recopilación extensa sobre ontogenia y sistemática de peces por Moser *et al.* (1984). Además de una de las mayores colecciones sobre distribución, morfología y taxonomía de los estadios tempranos de 467 especies de peces de la zona (Moser, 1996).

Tal como describen Moser y Smith (1993 a), el estudio de las asociaciones de larvas de peces tuvo su origen en las investigaciones pesqueras y expediciones oceanográficas a finales del siglo XIX. Fueron Loeb *et al.* (1983 c) y Moser *et al.* (1987), así como Moser y Smith, (1993 b) quienes a partir de la abundancia y ocurrencia del ictioplancton de la CC establecieron grupos recurrentes y definieron un Complejo Norteño y uno Sureño, así como un Complejo Sureño Costero. Distinguiéndose además que sus variaciones estacionales tanto latitudinales como longitudinales se deben a influencia de las diferentes masas de agua que convergen en la región. También destacaron la contribución del evento El Niño 1958-1959 en la expansión hacia el norte de las especies cosmopolitas transicionales de aguas cálidas y del Pacífico Oriental Tropical del Complejo Sureño.

Estudios realizados años más tarde para la COPBC revelaron concordancia entre los patrones estacionales reportados previamente, definiéndose para la región un periodo de invierno y uno de primavera en los que la comunidad se caracteriza por una baja riqueza específica y una codominancia de especies pelágico-costeras y mesopelágicas de afinidad templada, transicional y tropical-subtropical, así como periodo de verano-otoño que se caracteriza por un componente mayoritario tropical-subtropical y una alta diversidad de especies demersales (Aceves-Medina, 2003; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2010; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b).

Por otro lado, se ha destacado que los gradientes de distribución de las especies son principalmente océano-costa, mientras que los límites de distribución de las asociaciones parecen estar más definidos por el hábitat de desove de los adultos, componiéndose un Complejo Oceánico y un Complejo Costero que convergen en la isobata de los 200 m, y que ocasionan un efecto de borde a lo largo de la COPBC (Aceves-Medina, 2003; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; Jiménez-Rosenberg, 2008).

A escala interanual se ha estudiado la influencia de los eventos El Niño y La Niña en la comunidad ictioplanctónica, para los cuales se han establecido cambios en su composición, abundancia y distribución de las especies. Para el caso de los eventos El Niño, se ha documentado una comunidad caracterizada por una alta diversidad específica (*taxa* costeros y mesopelágicos), asociada a un incremento del componente

tropical-subtropical y su correspondiente expansión hacia el norte, originada por la intensificación de un flujo de agua cálida hacia el polo y las consecuentes variaciones ambientales en el ecosistema pelágico (Funes-Rodríguez, 1993; Funes-Rodríguez *et al.*, 1995; 1998; 2002; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2007).

Dentro de las contribuciones realizadas para el estudio de las asociaciones de la porción sur de la Península de Baja California, se han empleado especies mesopelágicas de afinidad tropical (p. ej. *Diplophos proximus*, *Diaphus pacificus*, *Benthoosema panamense*) para definir eventos El Niño y especies de afinidad templada (*Symbolophorus californiensis*, *Melamphaes lugubris*, *Bathylagus ochotensis*, *Leuroglossus stilbius*, *Protomyctopum crockeri*) para caracterizar condiciones promedio (Funes-Rodríguez *et al.*, 2006).

En contraste, durante eventos La Niña, cuando en la región se presenta una mayor influencia de la CC y predominancia de aguas frías en el área de estudio, la comunidad ictioplanctónica registra un menor número de *taxa* acompañado de un incremento en la abundancia de especies de afinidad templado-subártica y su expansión hacia el sur (Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2007; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2010; 2011).

Otra de las variaciones analizadas bajo esta escala interanual ha sido el efecto de la intrusión de agua subártica (2002-2006) y el efecto de un evento El Niño, en el que se detectó un enmascaramiento de cada uno de procesos durante los periodos estacionales fríos y cálidos, que promovió variaciones en algunos de los parámetros comunitarios y el dominio alternado de las comunidades templado-subárticas y tropicales-subtropicales (Urías-Leyva *et al.*, 2011).

Por otro lado, también se ha explorado la influencia del ambiente sobre las asociaciones conformadas a partir de los diferentes estadios de desarrollo (huevo, larva en preflexión, flexión y postflexión), encontrándose diferencias en su composición que determinan su distribución y correlación con las características ambientales presentes en la región (Jiménez-Rosenberg, 2008; Ayora-Macías, 2016; Aceves-Medina *et al.*, 2018).

Trabajos recientes han destacado la importancia de los diferentes patrones de circulación y de las estructuras de mesoescala como los remolinos ciclónicos y anticiclónicos presentes en la regiones norte y central de la COPBC, así como los frentes de surgencia y convergencia, los cuales contribuyen a delimitar la distribución horizontal (costa-océano) y latitudinal (norte-sur) de las especies y sus comunidades de afinidad templado-subártico y tropical-subtropical (Urías-Leyva, 2011; Muriel-Hoyos, 2016; Aceves-Medina *et al.*, 2018).

3. Área de estudio

La costa occidental de la Península de Baja California (COPBC) conforma una compleja región de transición biótica que representa el límite sureño del Sistema de la Corriente de California (SCC), uno de los ecosistemas marinos de frontera oriental más importantes a nivel mundial en el que se sustentan altos niveles de diversidad y abundancia de especies marinas, así como una amplia gama de actividades productivas (Wilkinson *et al.*, 2009).

La COPBC posee una plataforma continental irregular, siendo estrecha y de pendiente pronunciada al norte y extensa (~110 y 140 km) con pendiente suave al sur (Arriaga-Cabrera *et al.*, 1998). La delimitación del área de estudio comprende el polígono que integran las coordenadas geográficas 21° 00''-33° 00'' LN y los 110° 00''-124° 00'' LW (Fig. 1).

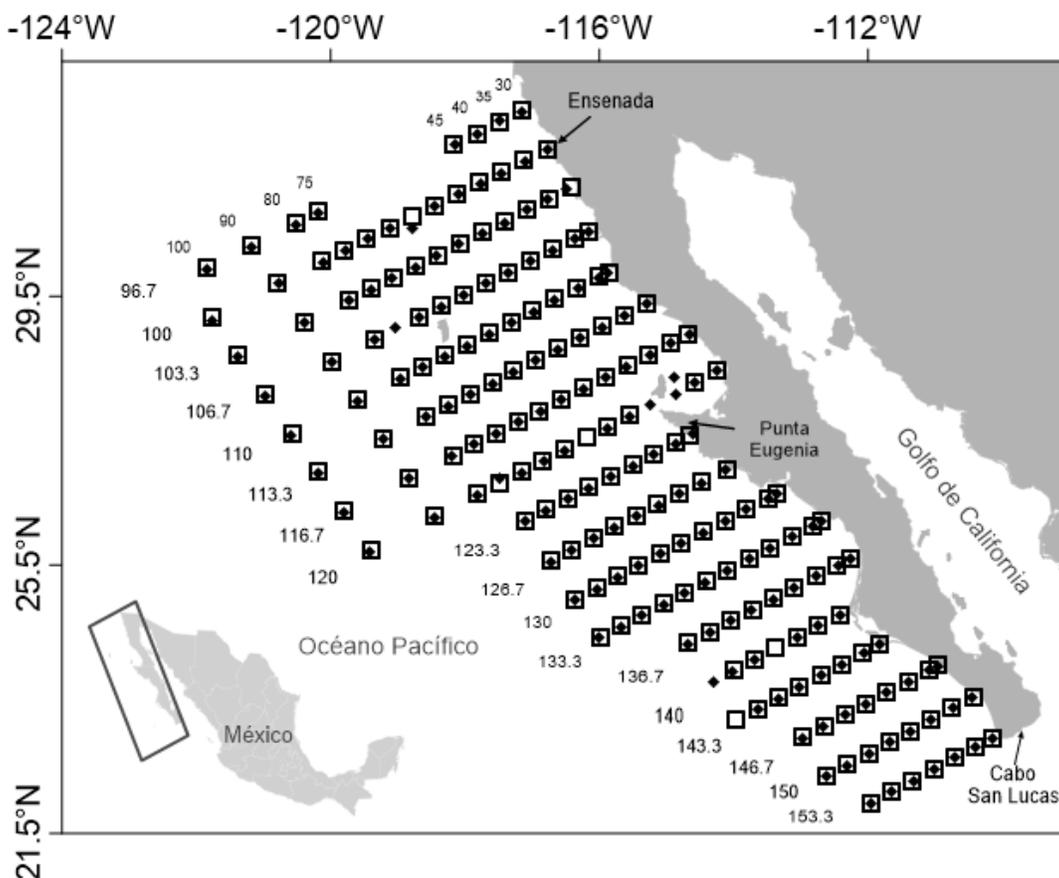


Figura 1.- Estaciones de muestreo. Costa occidental de la Península de Baja California en verano de 2014 (□) y otoño de 2015 (◆). El número de cada transecto perpendicular a la costa indica la línea de muestreo y el situado sobre la línea indican la estación.

En términos oceanográficos la COPBC se encuentra dominada principalmente por la Corriente de California (CC), una extensión del giro anticiclónico del Pacífico Norte originada a los 40° de LN que viaja hacia el Ecuador en una banda de ~1,000 km (Sverdrup, 1947). Complementaria a la CC, se encuentra la Contracorriente de California (CCC) o Corriente de Davidson que transporta agua cálida hacia el polo de forma discontinua sobre el talud continental (Parés-Sierra *et al.*, 1997; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015).

Las corrientes en la región cambian en intensidad debido a la variación estacional provocada por el viento. Los vientos del noroeste que circulan paralelos a la costa tienen mayor influencia en primavera y verano, resultando en un incremento de las surgencias e intensidad de la CC (Parés-Sierra *et al.*, 1997; Zaytzev *et al.*, 2003; Castro y Martínez, 2010; Durazo, 2015). En otoño e invierno la CC se debilita notablemente y los vientos predominantes son los del sureste, con una reducción de las surgencias e intensificación de la CCC que transporta agua tropical hacia el norte (Lynn y Bograd, 2002).

Las masas de agua que convergen a nivel superficial en la región sureña del SCC son la masa de Agua Subártica (ASA) que es transportada hacia el sur por el flujo de la CC y se caracteriza por presentar temperaturas entre los 10 y 21°C y salinidades entre 33-34, así como el Agua Tropical Superficial (ATS) con temperaturas entre 25 y 30 °C y salinidades entre 32.5 y 33.8, y el Agua Subtropical Superficial (AStS) con temperaturas entre 20 y 28 °C y salinidades entre 34.4 y 35, ambas provenientes del sur y suroeste de la península (Roden, 1971; Lynn y Simpson, 1987; Hickey, 1998; Durazo, 2015).

Debajo de la superficie (100-400 m) el flujo hacia el polo de la CCC acarrea Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESs) con temperaturas entre 8 y 15 °C y alta salinidad entre 34.3 y 35. A profundidades mayores a los 500 m se pueden encontrar el Agua Intermedia del Pacífico (AIP) y el Agua Profunda del Pacífico (APP; Talley, 1993; Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015).

Además de las surgencias costeras, filamentos, chorros y frentes estrechamente asociados a los diferentes patrones de circulación y a la topografía de la región, pueden

detectarse estructuras de mesoescala como giros y meandros cuya mayor incidencia es detectada desde verano hasta invierno (Wyrski, 1967; Durazo, 2015).

A escala estacional es posible caracterizar a la COPBC como un ambiente homogéneo durante las épocas de invierno y primavera, debido a la predominancia de aguas con baja temperatura y salinidad que le dan un carácter subártico. En contraste durante verano y otoño se observa una diferenciación en la región peninsular favorecida por una estructura bi-ciclónica frente a Punta Eugenia ($\sim 28^\circ$) que delimita el dominio subártico al norte, y el dominio tropical y subtropical en el sur (Soto-Mardones *et al.*, 2004; Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015).

Los fenómenos climáticos de escala interanual que generan alta variabilidad en la región son los eventos El Niño y La Niña, que van de 3 a 7 años y tienen una duración de 12 a 18 meses (Parés-Sierra *et al.*, 1997). Por ejemplo, durante eventos El Niño se incrementa el transporte de Ekman hacia la costa y se presentan anomalías positivas de temperatura y salinidad, así como un incremento de la altura dinámica (Durazo y Baumgartner, 2002). Asimismo, se observa una fuerte estratificación de la columna de agua y el hundimiento de la termoclina y nutriclina (Espinosa-Carreón *et al.*, 2004) que reduce el aporte de nutrientes a la superficie, así como la producción de fitoplancton y biomasa zooplanctónica (Chávez *et al.*, 2002; Lavaniegos *et al.*, 2015), aunado a cambios en la composición y distribución de especies de interés ecológico y pesquero (Jackson y Domeier, 2003; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b).

Durante eventos interanuales fríos o eventos La Niña, las condiciones son contrarias a las observadas durante eventos cálidos. Durante dichos La Niña se registran menores temperaturas y salinidades más altas debido al aporte activo de aguas subsuperficiales, así como la intensificación de los vientos a lo largo de la costa que promueven las surgencias (Lynn y Bograd, 2002). Al mismo tiempo se origina el incremento en el transporte de Ekman hacia fuera de la costa y el correspondiente incremento de la concentración de clorofila-*a* (Espinosa-Carreón *et al.*, 2004). También se ha detectado el fortalecimiento de la CC que transporta agua de origen subártico y su predominancia en la región, la cual favorece el desarrollo de especies de afinidad templado-subártica (Lavaniegos *et al.*, 2002; Lavaniegos *et al.*, 2015).

4. Justificación

A partir de investigaciones previas se han documentado los efectos de diferentes eventos de calentamiento y enfriamiento sobre la comunidad de larvas de peces de la región sur del Sistema de la Corriente de California (SCC). Sin embargo, cada evento tiene sus propias características, por lo que es muy difícil predecir cuáles serán las consecuencias que traerá un evento concreto, basados en los que han sucedido en ocasiones anteriores (McPhaden, 2015).

Particularmente, el verano de 2014 coincide con la presencia en la región del Pacífico Nororiental de anomalías positivas de temperatura que persistieron aparentemente hasta 2016, las cuales estuvieron acompañadas por un incremento en la salinidad y la profundización de la termoclina (Bond *et al.*, 2015; Gentemann *et al.*, 2017; Wells *et al.*, 2017). Mientras que el otoño de 2015 se enmarca en el desarrollo de uno de los eventos El Niño más intensos de la historia, comparable con los eventos de 1982-83 y 1997-98 en la región del Pacífico Ecuatorial (Levine y McPhaden, 2016; NOAA, 2016).

Cabe destacar que hasta el momento gran parte de la descripción sobre los efectos ocasionados en la hidrodinámica del ecosistema marino y en diferentes grupos faunísticos por El Niño 2015-2016 (además de la ola cálida multianual del Pacífico Norte), ha sido analizada principalmente para las regiones norte y centro del SCC. Por lo tanto, los resultados obtenidos a partir de la descripción del ambiente y del análisis de las asociaciones de larvas de peces de esta investigación, permitirán describir la forma en la que este evento se manifestó en el ambiente pelágico marino frente a la Península de Baja California.

Finalmente, la información resultante en conjunto con otras investigaciones que registren las respuestas biológicas de las comunidades de peces durante distintos eventos climatológicos podrá conformar series de tiempo lo suficientemente robustas que permitan mejorar la capacidad de predicción de la abundancia y reclutamiento de las comunidades de interés para el hombre, ante futuros escenarios climáticos.

5. Hipótesis

El predominio de condiciones cálidas en la costa occidental de la Península de Baja California, resultado de la influencia del intenso evento El Niño 2015-2016, propiciará el desplazamiento significativo hacia el norte de la zona transicional faunística localizada alrededor de los 28° LN. Asimismo, al norte de la zona de transición el efecto de calentamiento será más notable que en la zona sur, particularmente se encontrará una mayor proporción de especies tropicales-subtropicales y mesopelágicas, así como la expansión del área de distribución de las asociaciones sureñas.

6. Objetivo

6.1. Objetivo general

Determinar la influencia de las variables ambientales registradas antes y durante el evento El Niño 2015-2016, sobre la composición y distribución de las asociaciones de larvas de peces de la costa occidental de la Península de Baja California.

6.2. Objetivos específicos

- Determinar la estructura y composición de la comunidad de larvas de peces de la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014 y otoño de 2015.
- Determinar la estructura de las asociaciones de larvas de peces de la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014 y otoño de 2015.
- Definir la distribución de las asociaciones de larvas de peces en la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014 y otoño de 2015.
- Determinar la influencia de la temperatura, salinidad, concentración de clorofila-a y volumen zooplanctónico sobre la distribución de las asociaciones de larvas de peces en la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014 y otoño de 2015

7. Materiales y métodos

7.1. Trabajo de campo

El material biológico de la presente investigación proviene de dos cruceros oceanográficos efectuados a bordo del Buque de Investigación Pesquera y Oceanográfica del Instituto Nacional de la Pesca (BIPO-INAPESCA). El crucero BIPOCO-1407 fue realizado del 15 de julio al 3 de septiembre del 2014 (verano de 2014) y el crucero BIPOCO-1509 se efectuó del 16 de septiembre al 13 de noviembre de 2015 (otoño 2015), desde Tijuana B.C. hasta Cabo San Lucas B.C.S. (Fig. 1).

La red de estaciones de muestreo abarcó desde la costa hasta los límites de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), mantuvo una distancia entre transectos de ~75 km y entre estaciones de ~37 km, tal como lo hacía el programa CalCOFI durante el monitoreo sistemático del SCC.

Las muestras de zooplancton se obtuvieron con arrastres oblicuos desde los 210 m de profundidad hasta la superficie, con redes Bongo según el método de Smith y Richardson (1977). El sistema Bongo utilizado estuvo conformado por dos redes cilíndrico-cónicas de 3 m de longitud, luz de malla de 505 μm y dos copos flexibles en los extremos. La boca de las redes fue de 0.71 m de diámetro y estuvo provista con un flujómetro General Oceanics para estimar el volumen de agua filtrado.

Una vez efectuado cada uno de los arrastres, la red fue lavada por el exterior para concentrar el material en el copo y facilitar su depósito en un frasco de 1 L con agua de mar y una solución de formol al 4%, neutralizada con borato de sodio para su conservación. Los recipientes de 1 L fueron etiquetados tanto interna como externamente con los respectivos datos de colecta de cada estación y almacenados para su posterior análisis.

Antes de cada arrastre de zooplancton, se llevaron a cabo lances de CTD (marca SeaBird) en cada una de las estaciones llegando a alcanzar una profundidad máxima de hasta 1,500 m, para obtener datos hidrográficos de profundidad, temperatura y salinidad de la columna de agua.

7.2. Trabajo de laboratorio

Se determinó el biovolumen de zooplancton de las 185 muestras del crucero de verano de 2014 y de las 187 muestras del crucero de otoño de 2015 por el método de volumen desplazado propuesto por Beers (1976) y Kramer *et al.* (1972). Subsecuentemente, se procedió a extraer el ictioplancton (huevos y larvas de peces) de las muestras provenientes de una de las redes empleando un microscopio estereoscopio marca Carl Zeiss, agujas de disección, cajas de Petri y pinzas de relojero.

La identificación de las larvas de peces se realizó hasta el nivel taxonómico más cercano a especie, siguiendo los caracteres establecidos por Moser (1996) y literatura especializada. Aquellos individuos identificados a niveles taxonómicos anteriores a especie, se les asignó la categoría de morfotipo (p. ej. Muraenidae sp 2 o *Symphurus* sp 22) de acuerdo con los criterios morfológicos, merísticos y patrones de pigmentación establecidos en la Colección Científica de Huevos y Larvas de Peces del Pacífico Mexicano (Registro B.C.S.-INV-196-06-07). Las larvas de peces fueron cuantificadas por especie y por estación de muestreo, preservándose en viales de vidrio de borosilicato con formol al 4% y etiquetándose con sus respectivos datos de colecta.

7.3. Análisis de datos

Con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados en el presente estudio la caracterización ambiental y comunitaria, así como los análisis estadísticos sobre las asociaciones y su relación con las variables ambientales fueron realizados por estación del año (verano 2014 y otoño 2015) y por regiones (norte y sur), teniendo como límite de referencia la línea 120 del plan de muestreo que se localiza alrededor de los 28° LN.

El número de larvas de peces por estación se estandarizó a 10 m² de superficie marina de acuerdo con la ecuación propuesta por Smith y Richardson (1977):

$$C = 10 (c \cdot d)/(a \cdot b)$$

Donde:

C= número de larvas·10 m⁻² de superficie marina.

a= área de la red (m²).

b = longitud de la trayectoria del arrastre (m).

c = número de larvas en la estación x .

d = profundidad de arrastre (m).

Para el caso del volumen zooplanctónico, este se expresó en ml·1,000 m⁻³ de agua filtrada de acuerdo con lo propuesto por Postel *et al.* (2000).

Se conformó el listado taxonómico de las larvas de peces siguiendo el arreglo sistemático propuesto por Nelson *et al.* (2016). La disposición de los géneros dentro de cada familia y sus respectivas especies dentro de cada género se presenta en orden alfabético. A cada especie se le asignó la afinidad faunística y el tipo de hábitat del adulto de acuerdo con Eschmeyer *et al.* (2016) y Froese y Pauly (2016).

Con la finalidad de obtener una descripción ambiental del área de estudio, se construyeron mapas de distribución y perfiles verticales de las variables registradas durante ambos cruceros, así como perfiles verticales desde la superficie hasta los 250 m de profundidad con el programa Surfer para Windows, versión 10 de Golden Software Inc.

La caracterización de la comunidad de cada crucero se realizó a partir de la estimación de la riqueza específica (S) y el cálculo de los índices de diversidad (H') de Shannon y Wiener (1963) y de Equidad (J') de Pielou (1966) a través del software PC-ORD (Multivariate Analysis of Ecological Data; Versión 6).

La riqueza específica (S) consideró el número total de especies presentes en la muestra (Moreno, 2001). El índice de diversidad (H') de Shannon y Wiener (1963), se obtuvo basado en la teoría de la información como una medida de incertidumbre para predecir a que especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie y $H' = máxima$ cuando todas las especies estén representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_{10} p_i$$

Donde:

$$p_i = n/N.$$

n = Número de organismos de la i -especie.

N = Número total de organismos en la muestra.

El índice de equitabilidad (J') de Pielou (1966), el cual describe que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies. Si todas las especies de la muestra presentan la misma abundancia el valor obtenido será 1 y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que los valores de abundancia relativa se hacen menos equitativos (Moreno, 2001).

$$J' = H'/H_{m\acute{a}x}$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon y Wiener.

$H_{m\acute{a}x} = \log_{10}S$ = Diversidad máxima.

S = Número de especies.

Para determinar las asociaciones de larvas de peces integradas de cada uno de los dos cruceros oceanográficos considerados en el presente trabajo, se realizó el análisis de grupos utilizando el software BioDiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997). Para este análisis se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis (1957) y la técnica de unión por promedios simples. Para ello se emplearon las matrices de abundancia de las especies que en conjunto contribuyeron con $\geq 80\%$ del total y que presentaron ocurrencia de al menos el 10%. Los datos fueron transformados a $\text{Log}(x + 1)$, con objeto de minimizar las diferencias en los valores extremos de la abundancia entre las especies y reducir la varianza.

Los grupos de especies de larvas de peces resultantes fueron nombrados de acuerdo con su hábitat (mesopelágico u costero), periodo (verano u otoño) y secuencia de ocurrencia (1, 2, 3...n). En la distribución de los grupos se consideró el criterio propuesto por Fager (1957), en el que sugiere el establecimiento de un porcentaje de ocurrencia de especies de un grupo particular en una muestra para ser considerada la estación como positiva. El porcentaje es arbitrario y es definido sobre la base del número de especies dentro de cada grupo. En el presente estudio, para el caso de los grupos conformados por dos especies, ambas tuvieron que estar presentes en la

muestra para considerar la estación como positiva. En los grupos de tres o más especies, la mayoría de ellas (al menos el 75% de ellas) tuvieron que estar presentes para considerar la estación como positiva. Los mapas de distribución referidos para cada grupo en cada crucero se elaboraron mediante el programa Surfer para Windows (versión 10 de Golden Software Inc.) utilizando el método de interpolación de Kriging.

Para analizar la relación entre las asociaciones de larvas de peces con respecto a las variables ambientales durante cada uno de los cruceros, se realizó el Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) empleando el software PC-ORD (Multivariate Analysis of Ecological Data; Versión 6; McCune y Grace, 2002). Como matriz principal se consideraron los datos de abundancia estandarizada y como matriz secundaria los datos ambientales (temperatura y salinidad superficial, así como clorofila-a y volumen zooplanctónico) normalizados de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}$$

Donde:

X = Valor que se desea normalizar.

μ = Media aritmética.

σ = Desviación estándar.

8. Resultados

8.1. Condiciones ambientales

La temperatura superficial del mar durante el verano de 2014 varió de 17.5 °C a 30.5 °C (24.2 °C en promedio). La región frente a Punta Eugenia separó al norte aguas con temperaturas ≤ 22 °C y al sur aguas cálidas con valores ≥ 25 °C (Tabla 1; Fig. 2a).

En el otoño de 2015 la temperatura varió de 21 °C a 28.8 °C (24.9 °C en promedio). Contrario al periodo anterior el área de estudio presentó condiciones más homogéneas, registrándose agua más cálida en casi toda la región norte de Punta Eugenia (23 y 25 °C). Sin embargo, la región costera entre Ensenada y Punta Colonet, así como la zona oceánica adyacente mantuvieron valores ≤ 22.5 °C (Tabla 1; Fig. 3a).

La salinidad superficial del mar para el verano de 2014 varió 33.4 a 34.9 (34 en promedio). Valores por arriba del promedio se registraron en la zona oceánica frente a Bahía Sebastián Vizcaíno y al sur de Punta Eugenia, mientras que valores ≤ 33.6 se localizaron en la región norte (Tabla 1; Fig. 2b).

En el otoño de 2015 la salinidad superficial varió de 33.2 a 34.6 (33.9 en promedio). Valores ≥ 33.8 se presentaron principalmente en la región al sur de Punta Eugenia, así como en la zona norte próxima a Punta Baja, alrededor de Isla Cedros y en la Bahía Sebastián Vizcaíno (Tabla 1; Fig. 3b).

La clorofila-a durante verano de 2014 varió de 0.01 a 1.71 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (0.1 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ en promedio). Concentraciones ≥ 0.15 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ se registraron principalmente en la zona costera desde Ensenada hasta Punta Eugenia, incluyendo la Bahía Sebastián Vizcaíno. Las concentraciones menores se presentaron en el resto del área de estudio (Tabla 1; Fig. 2c).

En el otoño de 2015 la clorofila-a varió de 0.002 a 1.22 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (0.068 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ en promedio). Concentraciones ≥ 0.15 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ se presentaron desde Ensenada hasta Cabo San Quintín, frente a Punta Canoas y al suroeste de Isla Cedros, mientras que en el resto del área de estudio prevalecieron concentraciones inferiores (Tabla 1; Fig. 3c).

Tabla 1.- Valores promedio, mínimo y máximo de las variables físicas y biológicas. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

Variables ambientales	Verano 2014			Otoño 2015		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Temperatura superficial (°C)	24.2	17.5	30.5	24.9	21	28.8
Salinidad superficial	34	33.4	34.9	33.9	33.2	34.6
Clorofila-a (mg·m ⁻³)	0.1	0.01	1.71	0.068	0.002	1.22
Volumen zooplanctónico (ml·1,000 m ⁻³)	95	4.9	490.4	64.8	4.7	918
Abundancia larvaria (larvas 10 m ⁻²)	610	4	4,003	437	4	2,456

Los valores de volumen zooplanctónico durante verano de 2014 variaron de 4.9 a 490.4 ml·1000 m⁻³ (95.0 ml·1000 m⁻³ en promedio). Concentraciones ≥ 100 ml·1000 m⁻³ se localizaron principalmente a lo largo de la costa peninsular, con algunos núcleos asilados en la zona oceánica (Tabla 1; Fig. 2d).

En el otoño de 2015 los valores de volumen zooplanctónico variaron de 4.7 a 918 ml·1000 m⁻³ (64.8 ml·1000 m⁻³ en promedio). Valores ≥ 100 ml·1000 m⁻³ se presentaron principalmente en la zona costera al norte de Punta Eugenia y en el Golfo de Ulloa. El resto del área de estudio presentó concentraciones inferiores (Tabla 1; Fig. 3d).

La abundancia larvaria durante verano de 2014 osciló entre 4 y 4,003 larvas·10 m⁻², (610 larvas·10 m⁻² en promedio). La mayor abundancia ($>1,000$ larvas·10 m⁻²) se localizó principalmente en la zona oceánica al norte de Punta Eugenia, con algunos núcleos localizados en el interior del Golfo de Ulloa y al noroeste de Bahía Magdalena. La abundancia menor (<100 larvas·10 m⁻²) se registró en el interior de la Bahía Sebastián Vizcaíno, así como frente a Punta Eugenia y en el Golfo de Ulloa y Bahía Magdalena (Fig. 4a).

Durante otoño de 2015 la abundancia larvaria osciló entre 4 y 2,456 larvas·10 m⁻² (437 larvas·10 m⁻² en promedio). El área de estudio mostró un patrón más homogéneo con valores intermedios entre 100 y 1000 larvas·10 m⁻². La mayor abundancia (>1000 larvas·10 m⁻²) se concentró en áreas pequeñas al extremos norte y sur del área de estudio. La menor abundancia se ubicó en las estaciones adyacentes a Punta Eugenia-Punta Abreojos y en la zona oceánica frente al Golfo de Ulloa (Fig. 4b).

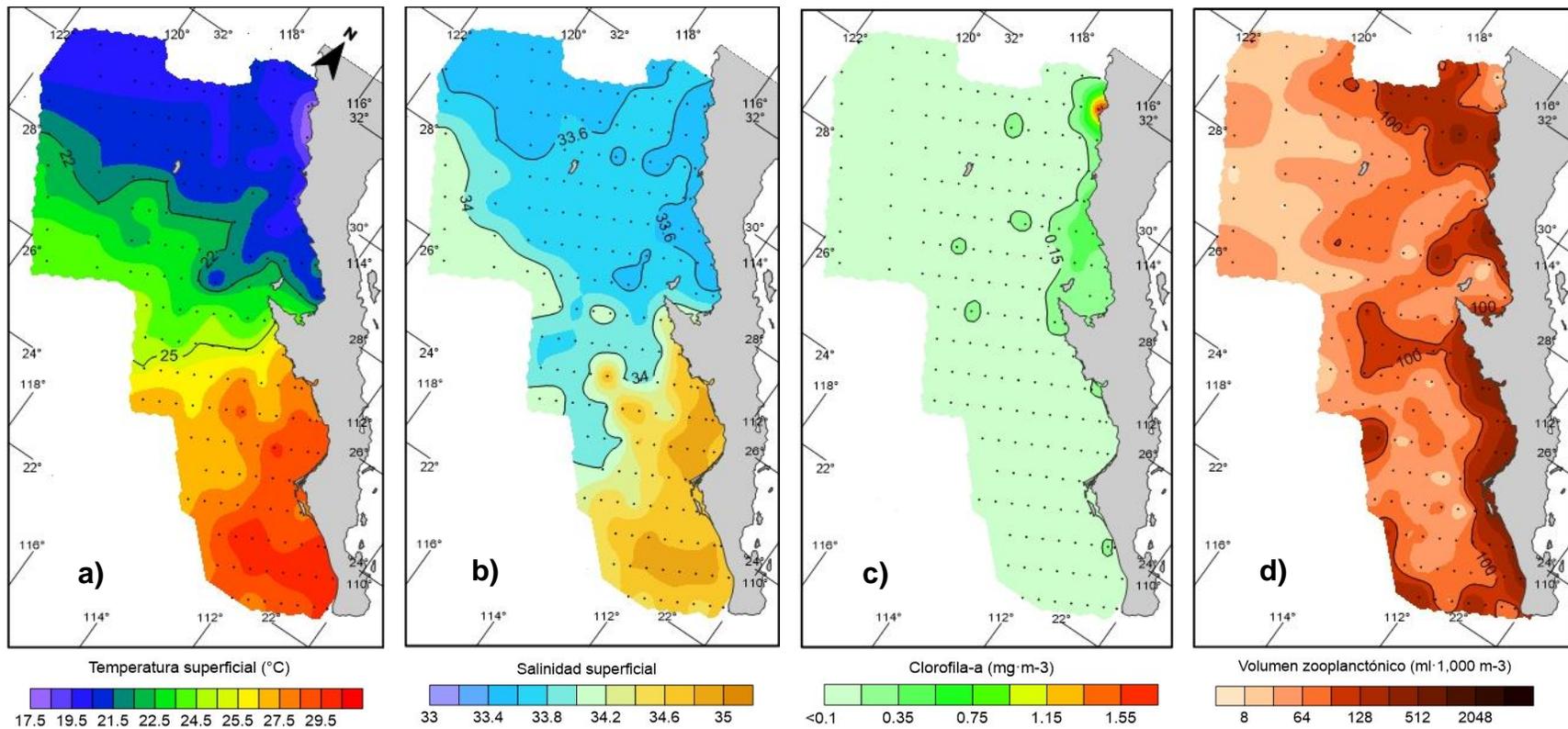


Figura 2.- Distribución superficial de: temperatura (a), salinidad (b), clorofila-a (c) y volumen zooplanctónico (d). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

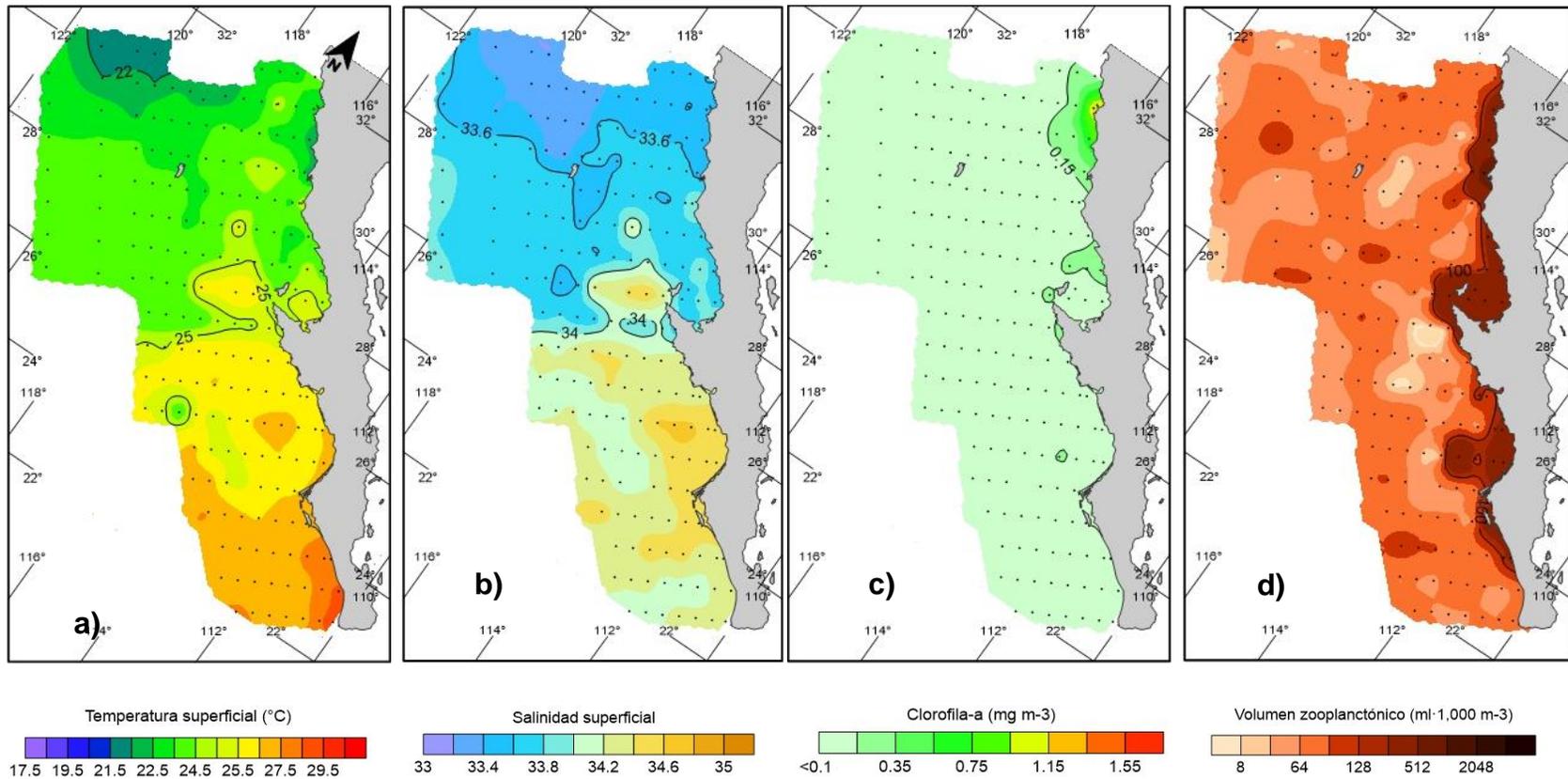


Figura 3.- Distribución superficial de: temperatura (a), salinidad (b), clorofila-a (c) y volumen de zooplanctónico (d). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

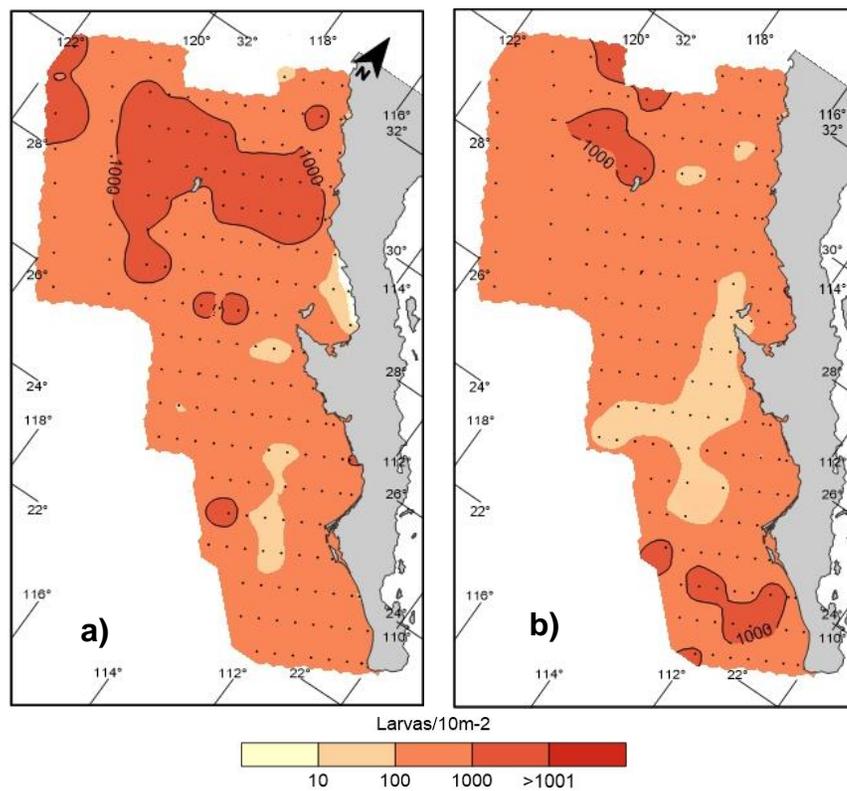


Figura 4.- Distribución superficial de la abundancia de larvas. Costa occidental de la Península de Baja California, verano 2014 (a) y otoño 2015 (b).

De manera general, los diagramas de temperatura-salinidad (T-S) mostraron la presencia de las masas de Subártica (ASA), Agua Subtropical Superficial (AStS), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESs), Agua Transicional (ATr), Agua Intermedia del Pacífico (AIP) y el Agua Profunda del Pacífico (APP; Fig. 5).

Para verano de 2014, los diagramas T-S mostraron que en la región al norte de Punta Eugenia predominó el ASA característica de la Corriente de California. Al sur de Punta Eugenia hubo una mayor influencia del AESs y del ATr. Adicionalmente se identificaron el AStS y del ATS. En los diagramas T-S para la región sur los datos se dispersaron hacia el extremo superior derecho del gráfico, coincidiendo con los valores altos de temperatura registrados en este periodo (Fig. 5 a)

Durante otoño de 2015 los datos de los diagramas T-S mostraron una mayor dispersión respecto a la temporada anterior. En la región norte además de la predominancia del ASA se detectó el ATr. En contraste, la región sur denotó una mayor influencia del AESs y el AStS, además del ATr (Fig. 5 b).

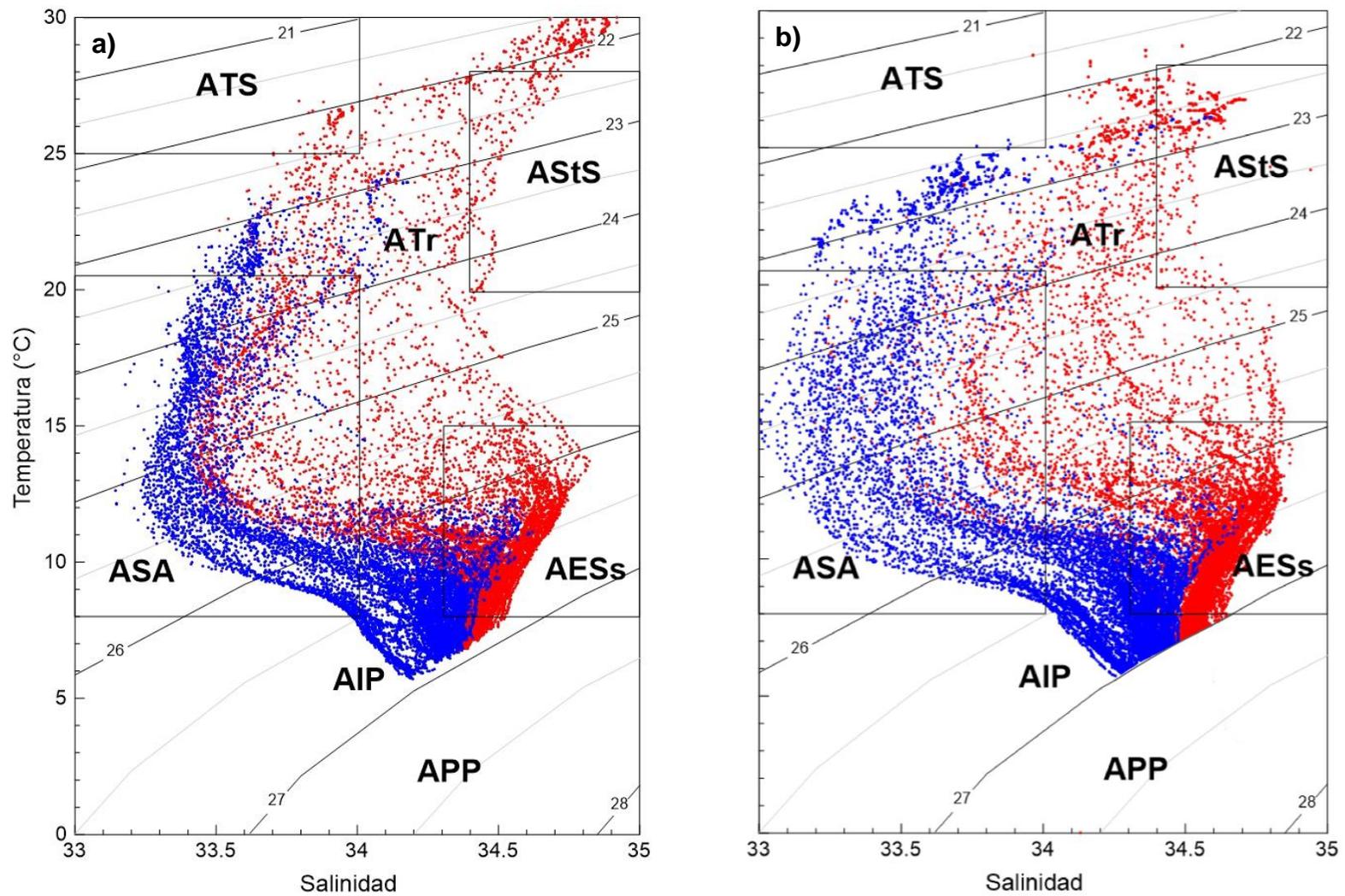


Figura 5.- Diagramas de temperatura-salinidad al norte (azul) y sur (rojo) de Punta Eugenia, para verano 2014 (a) y otoño 2015 (b). ASA= Agua Subártica, ATS = Agua Tropical Superficial, ATr= Agua Transicional, AStS = Agua Subtropical Superficial, AESs= Agua Ecuatorial Subsuficial, AIP= Agua Intermedia del Pacífico.

Los perfiles verticales de temperatura mostraron para verano de 2014 que en la zona norte se presentó un ascenso de aguas frías hacia la superficie en las estaciones costeras. La zona oceánica mostró la isoterma de los 15 °C alrededor de los 100 m de profundidad, mientras que en las estaciones costeras se presentó entre los 50 y 10 m de profundidad (Fig. 6 a). Un patrón inverso se detectó para la región sur, donde la isoterma de los 15 °C se encontró entre los 50 y 100 de profundidad en la zona oceánica y en las estaciones costeras se profundizó hasta llegar a alcanzar los 130 m (Fig. 6 b). En este mismo periodo la salinidad mostró un ascenso de las haloclinas desde el océano a la costa, particularmente entre las líneas 110 a la 116 (Fig. 7 a). El perfil de concentración de clorofila-*a* exhibió el mismo patrón de distribución, el máximo de clorofila-*a* se encontró por encima de los 100 m de profundidad en las estaciones oceánicas (coincidiendo con la isoterma de los 15 °C), y entre los 50 y 10 m en las estaciones más costeras (Fig. 8).

Para otoño de 2015, los perfiles verticales de temperatura en la región norte denotaron una pendiente positiva de las isotermas hacia las estaciones costeras hasta los 25 m de profundidad. La zona oceánica mostró la isoterma de los 15 °C alrededor de los 100-115 m de profundidad, en tanto en las estaciones costeras se presentó entre los 90 y 45 m de profundidad (Fig. 9 a). Para la región sur resultó consistente el patrón de temperatura encontrado en temporada anterior. Sin embargo, fue evidente el hundimiento de la isoterma de los 15 °C que se encontró entre los 70 y 140 m de profundidad en la zona oceánica y en las estaciones costeras llegó alcanzar los 150 m de profundidad (Fig. 9 b). La salinidad también mostró un ascenso de las haloclinas del océano a la costa que no superó los 75 m de profundidad en la región norte, mientras que en la región sur no se observó un patrón definido (Fig. 10). El perfil de concentración de clorofila-*a* en ambas regiones continuó exhibiendo un patrón de distribución consistente respecto a la isoterma de los 15 °C (Fig. 9 y 11), donde concentraciones entre 0.5-1 mg·m⁻³ se localizaron alrededor de los 100 m y las >1 mg·m⁻³ se encontraron por encima de los 50 m de profundidad en las estaciones más costeras (Fig. 11).

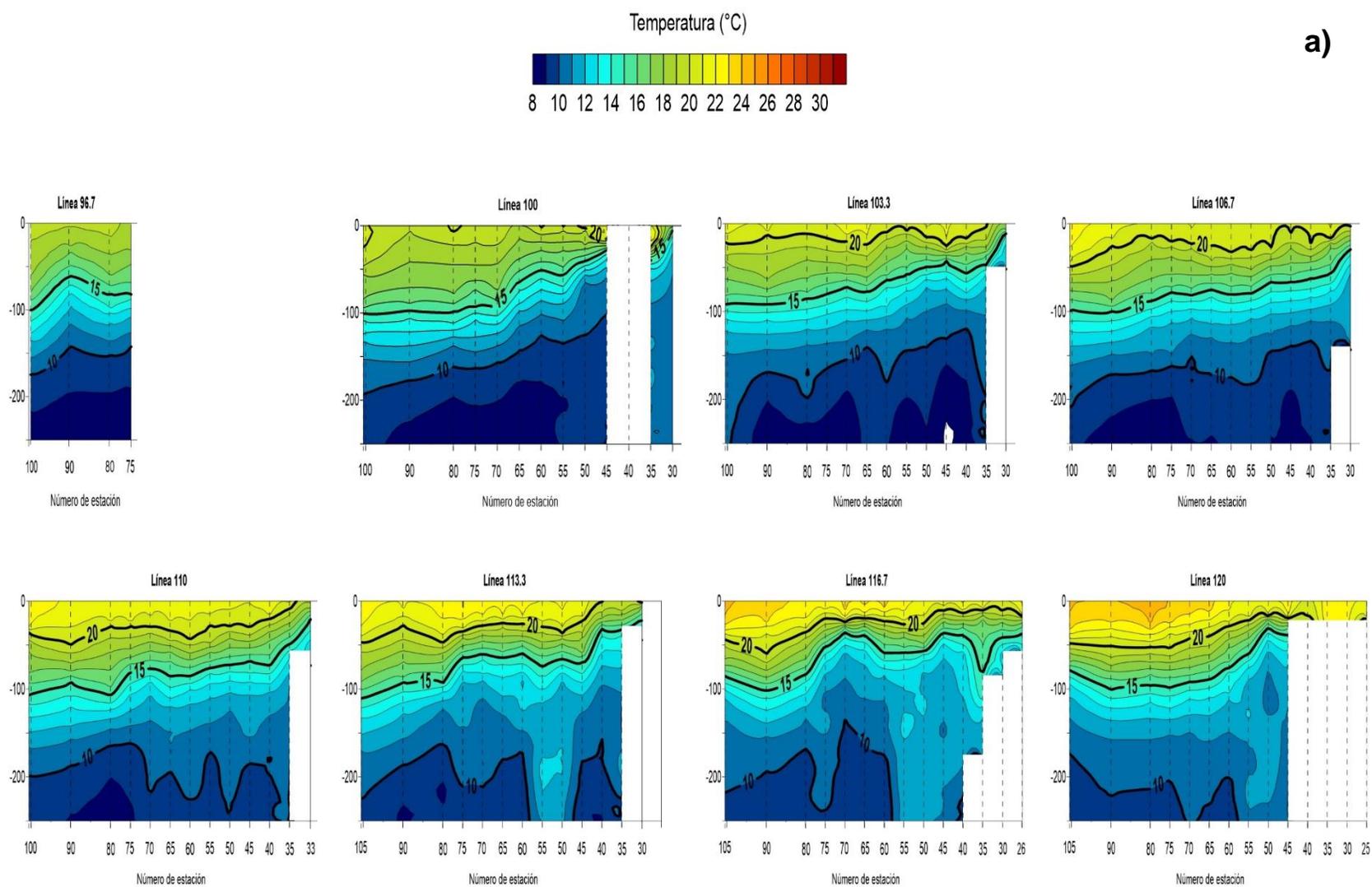
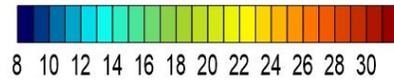
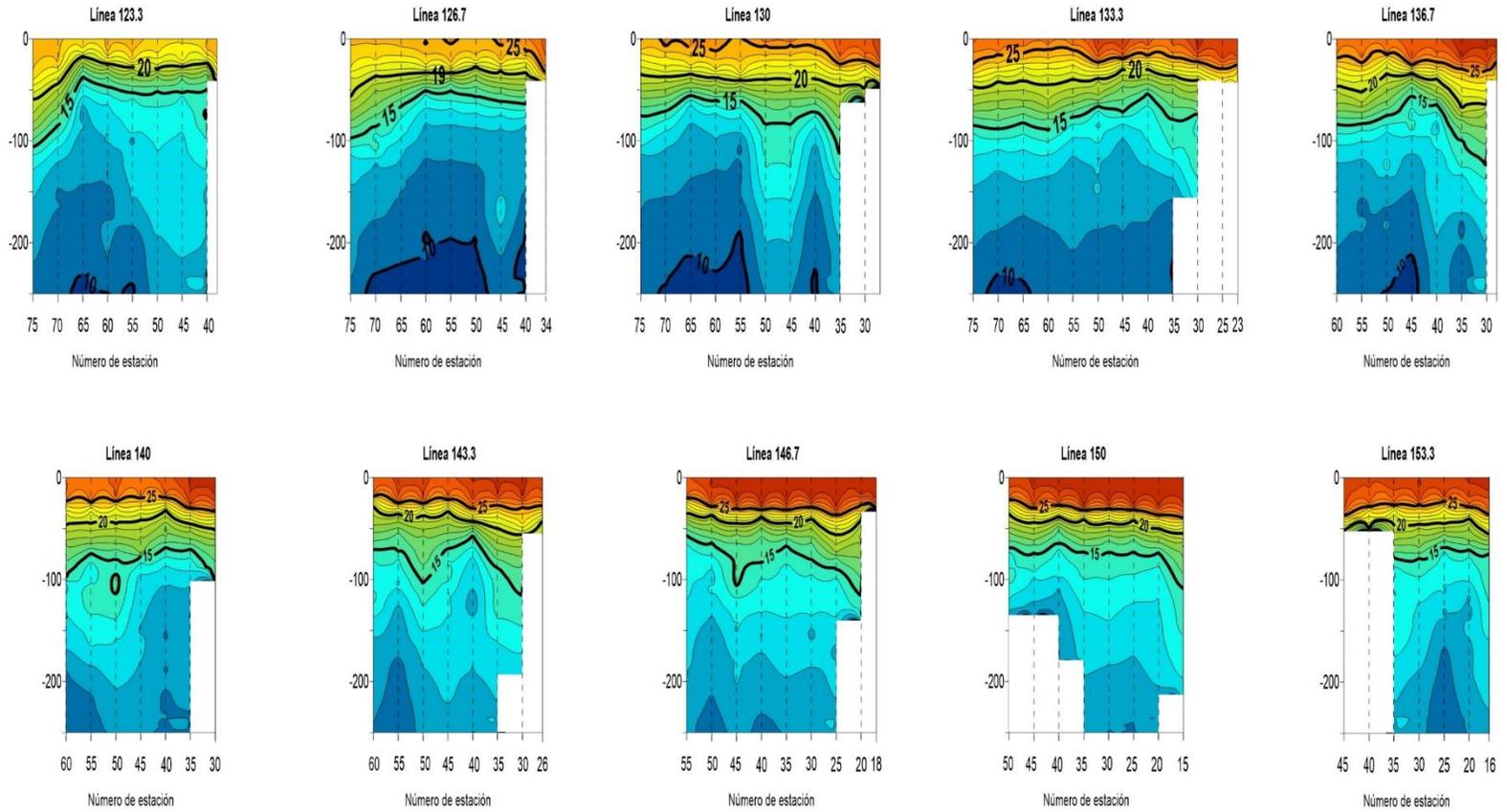


Figura 6.- Perfiles verticales de temperatura al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante verano de 2014.

Temperatura (°C)



b)



Continuación Figura 6.- Perfiles verticales de temperatura al sur de Punta Eugenia.

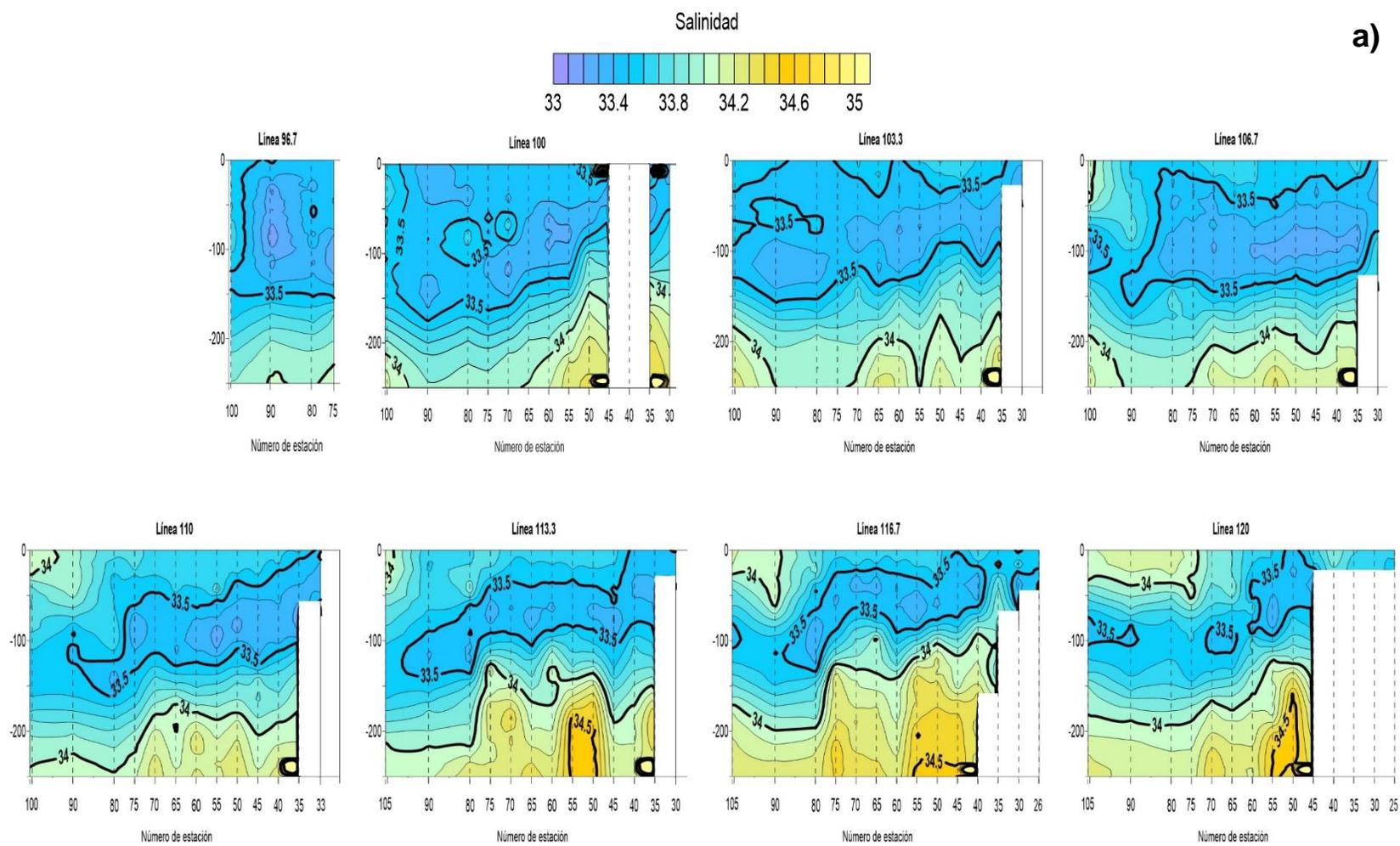
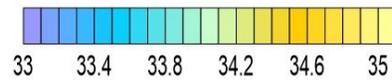
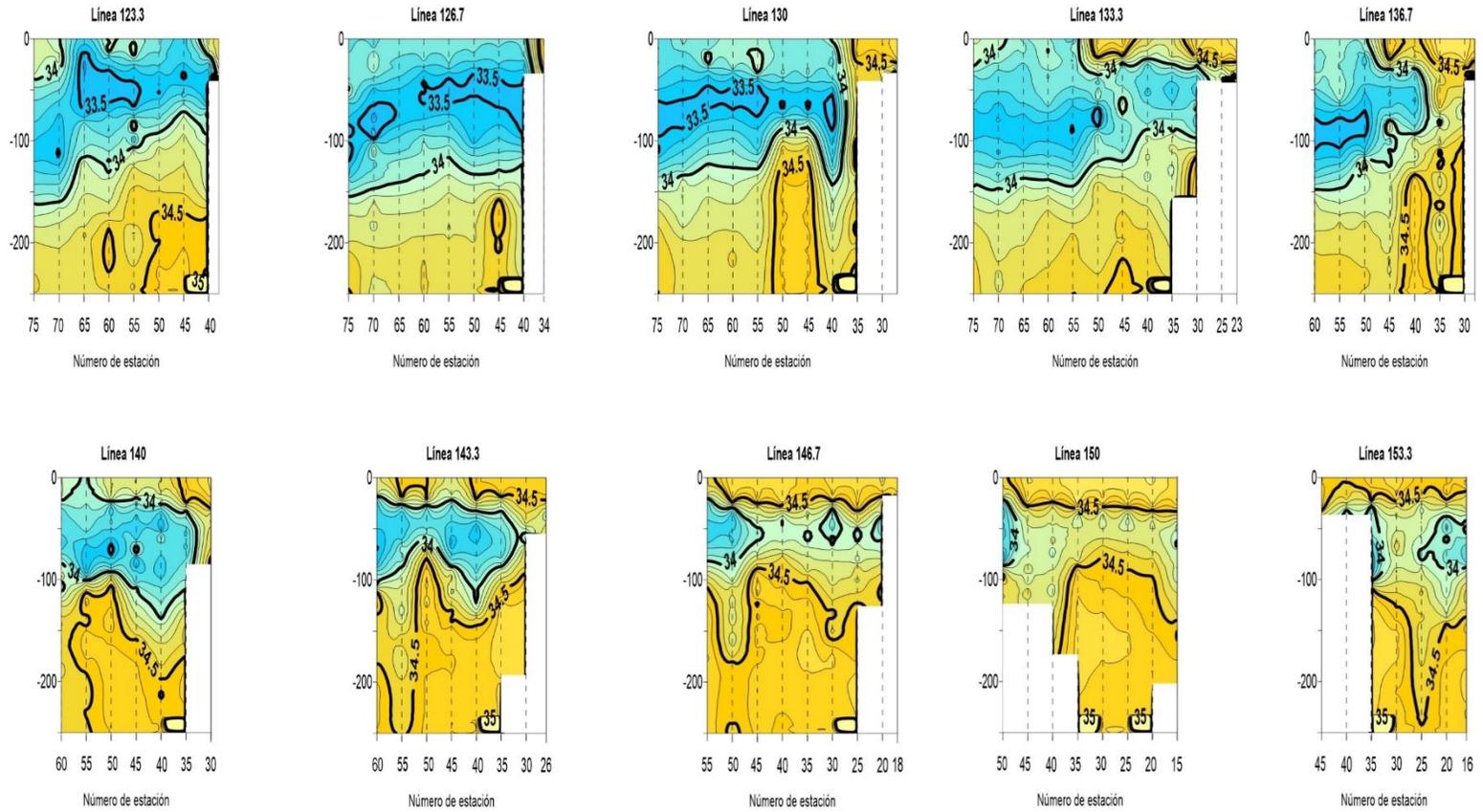


Figura 7.- Perfiles verticales de salinidad al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante verano de 2014.

Salinidad



b)



Continuación Figura 7.- Perfiles de salinidad al sur de Punta Eugenia.

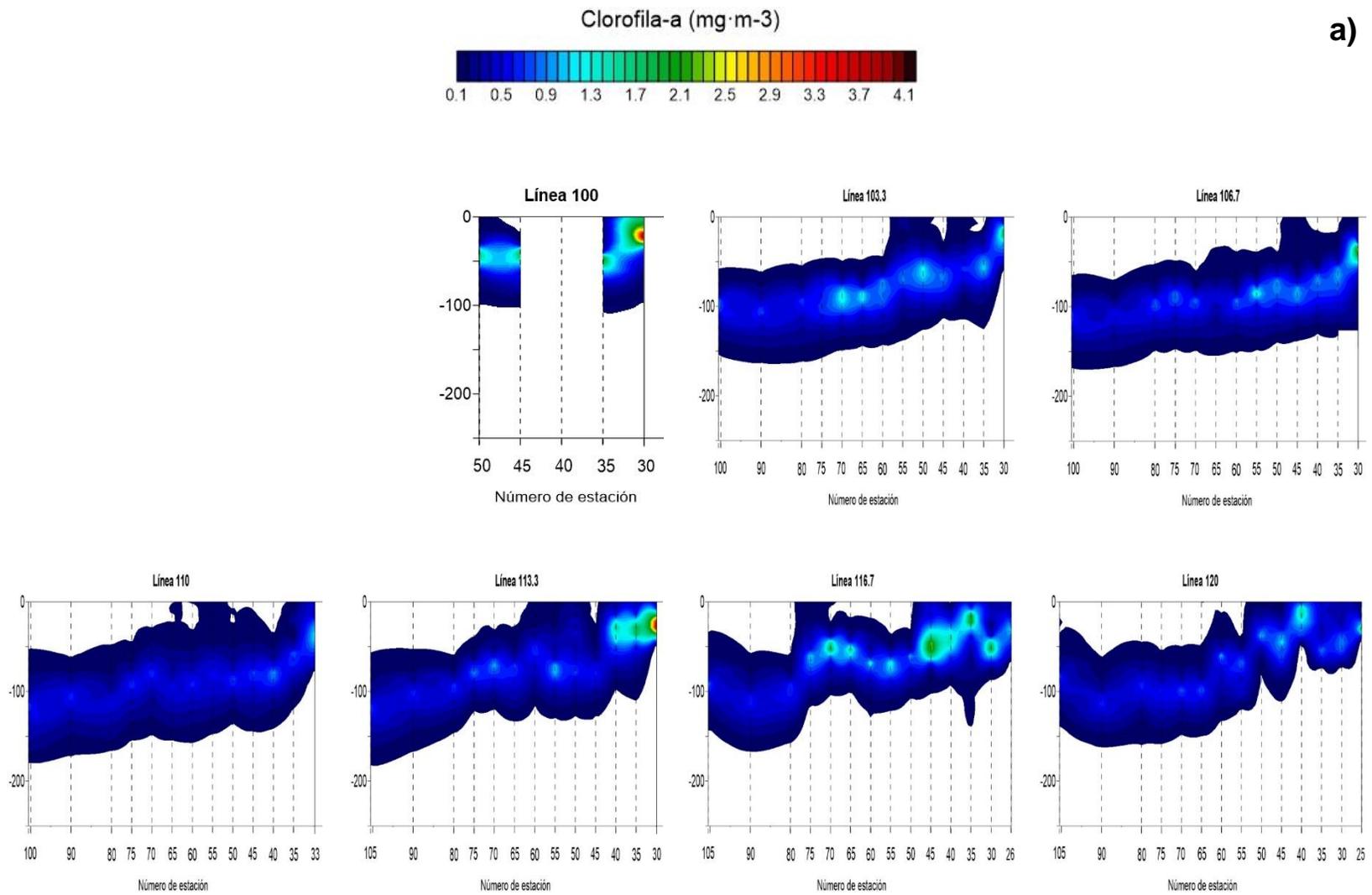
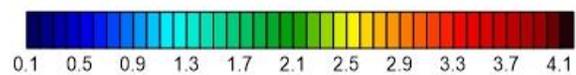
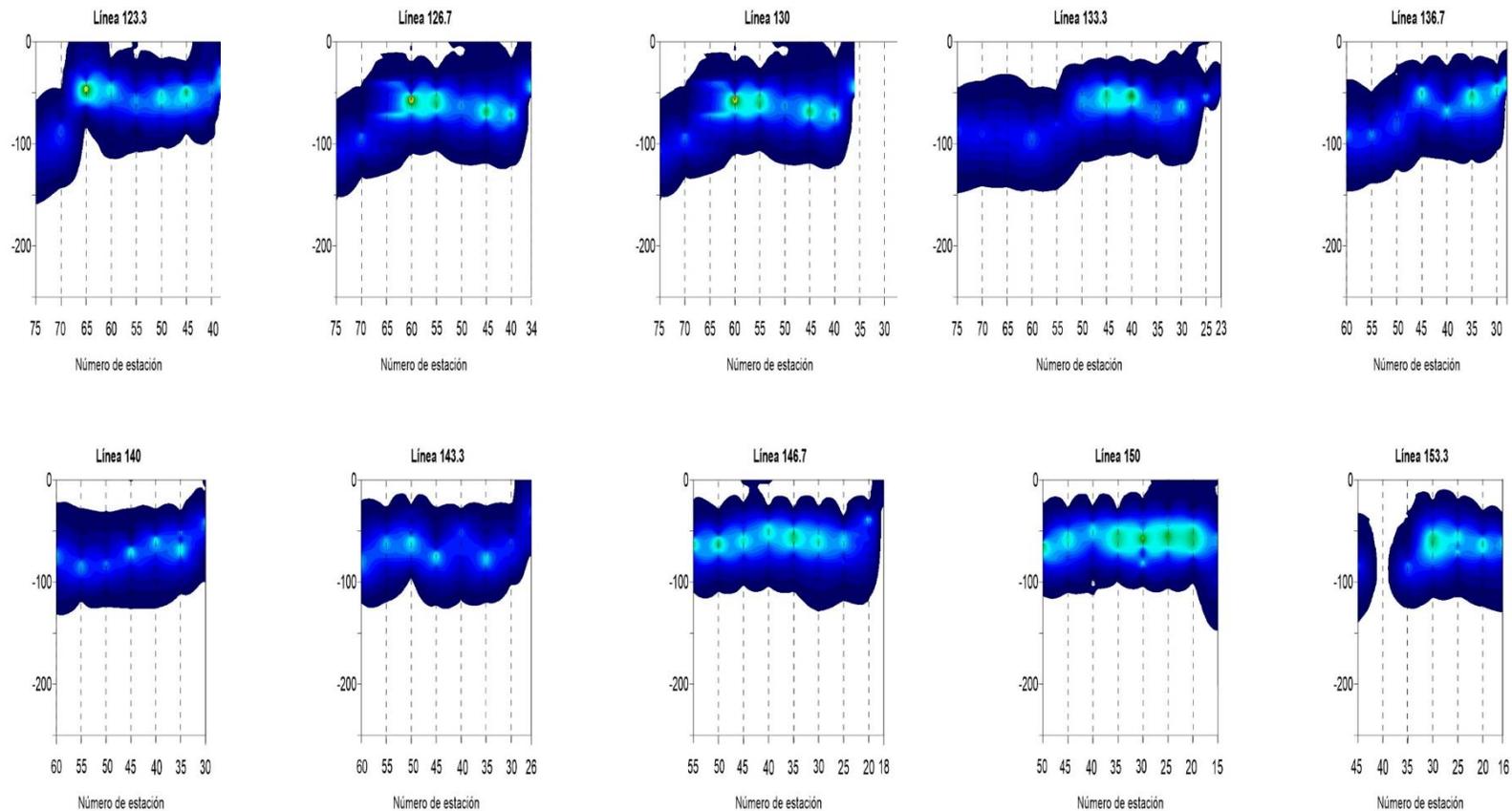


Figura 8.- Perfiles verticales de clorofila-a al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante verano de 2014.

Clorofila-a (mg·m⁻³)

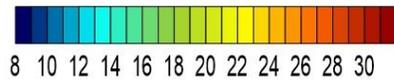


b)



Continuación Figura 8.- Perfiles verticales de clorofila-a al sur de Punta Eugenia.

Temperatura (°C)



a)

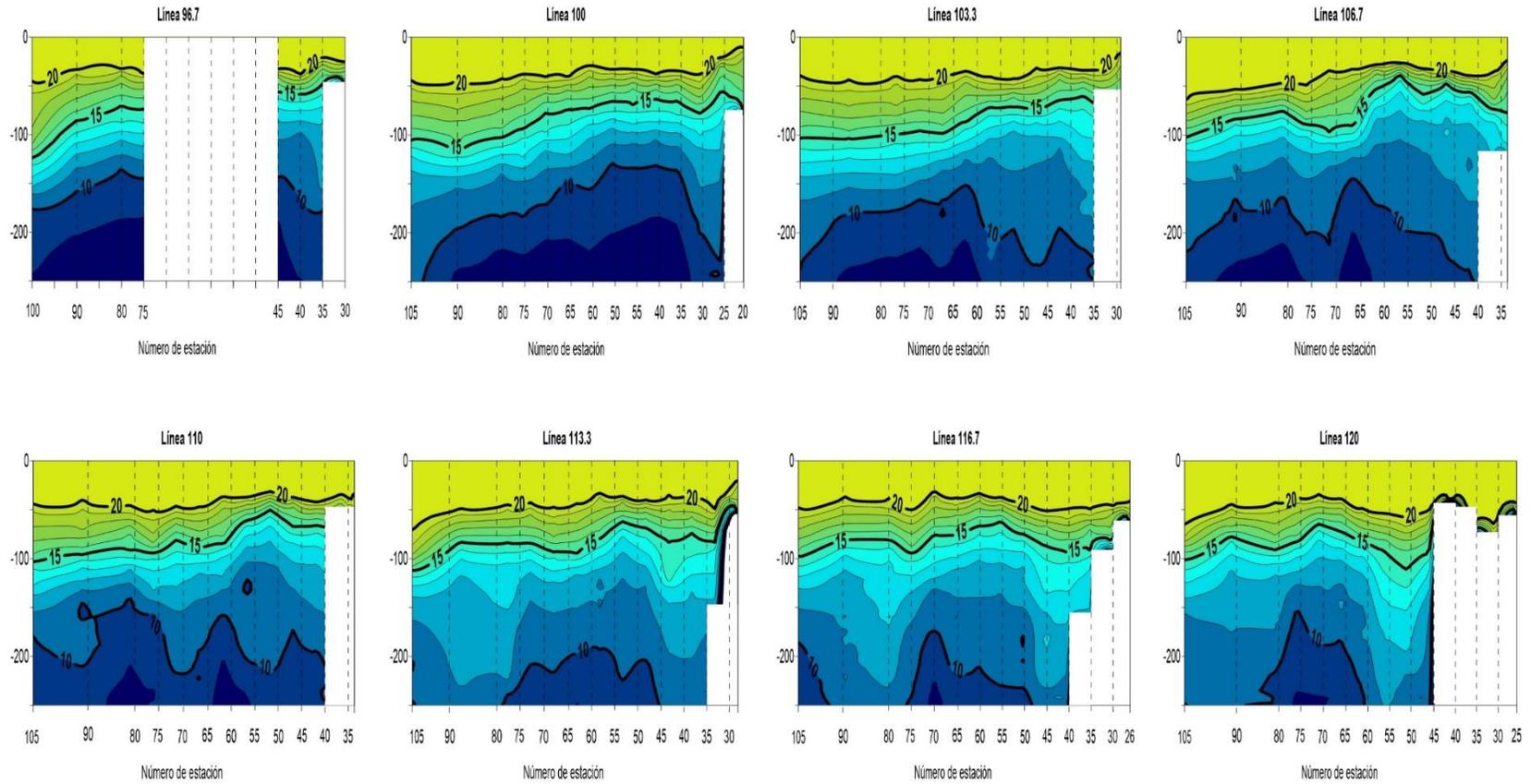
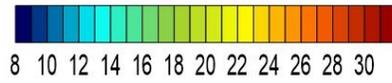
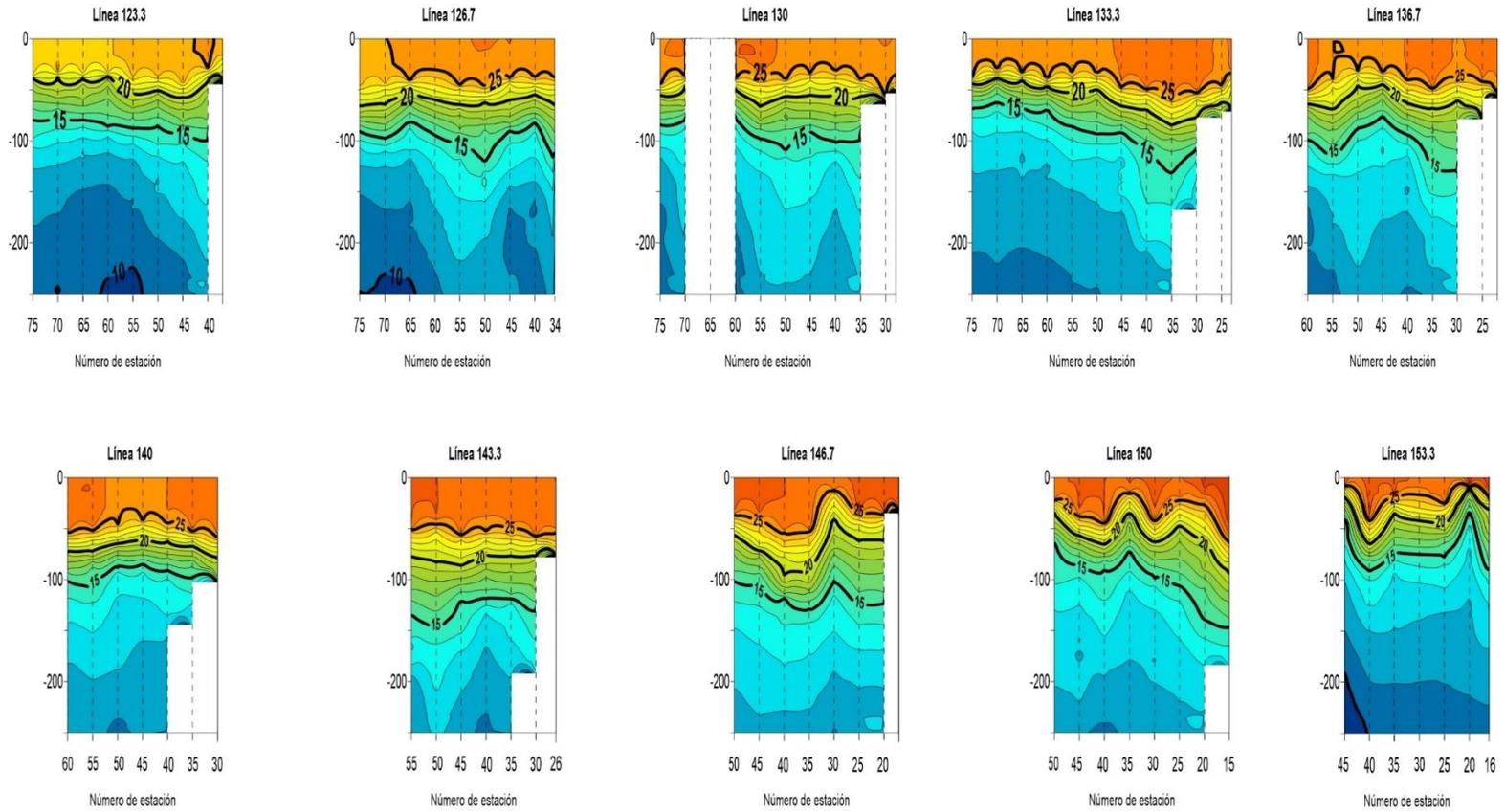


Figura 9.- Perfiles verticales de temperatura en las regiones al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante otoño de 2015.

Temperatura (°C)



b)



Continuación Figura 9.- Región al sur de Punta Eugenia.

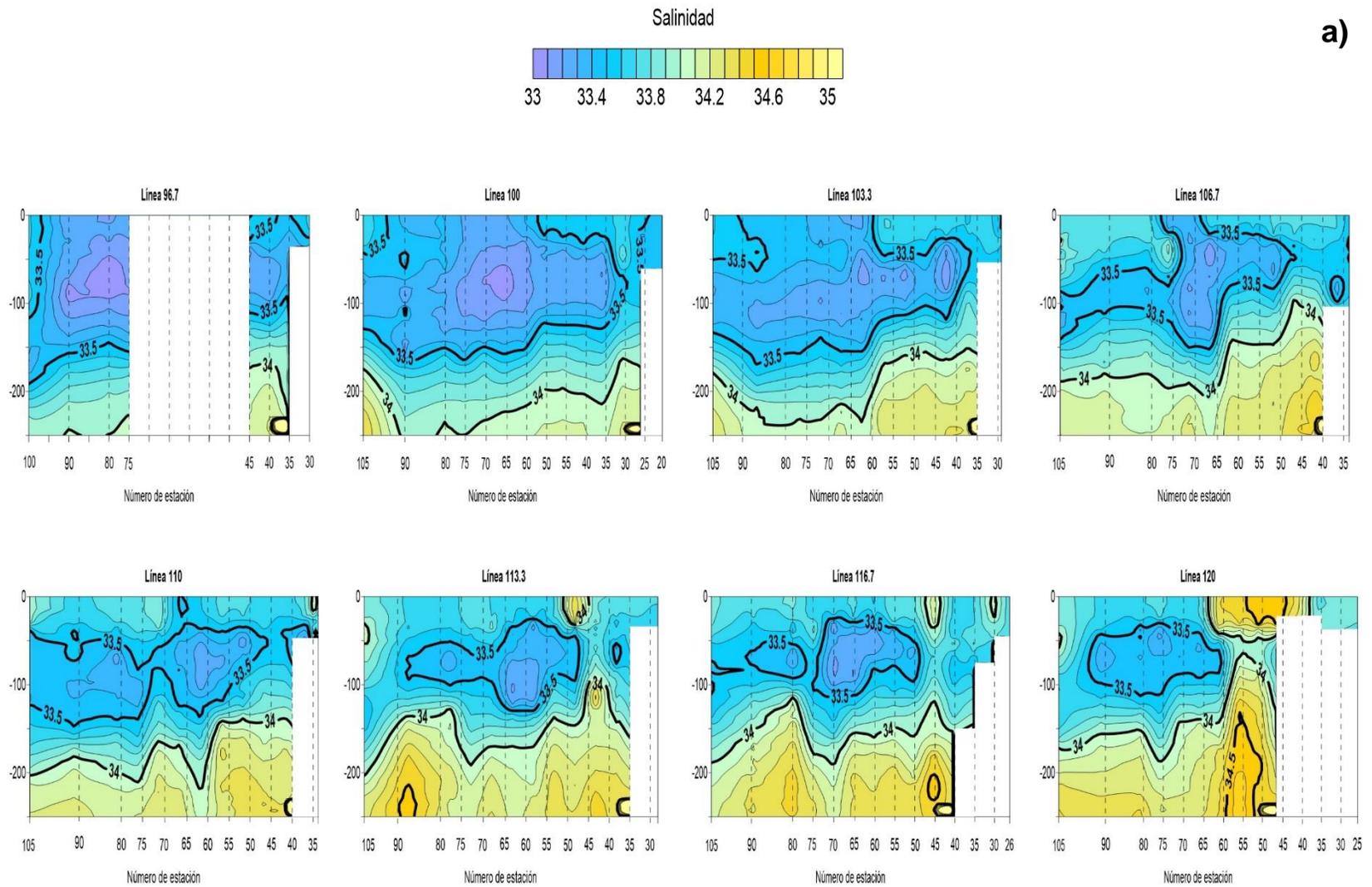
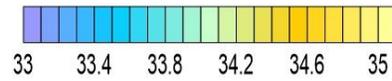
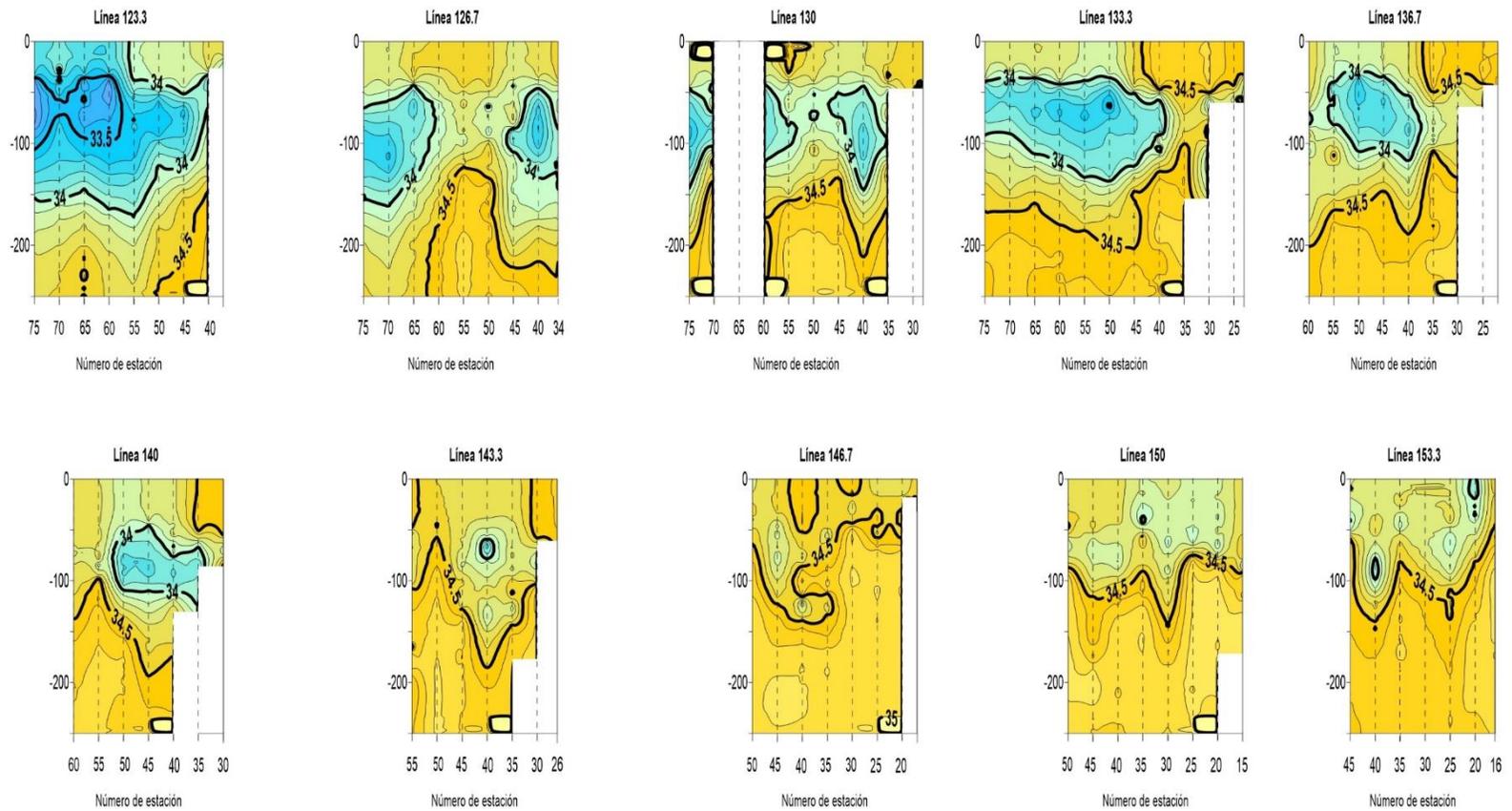


Figura 10.- Perfiles verticales de salinidad en las regiones norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante otoño de 2015.

Salinidad



b)



Continuación Figura 10.- Región al sur de Punta Eugenia.

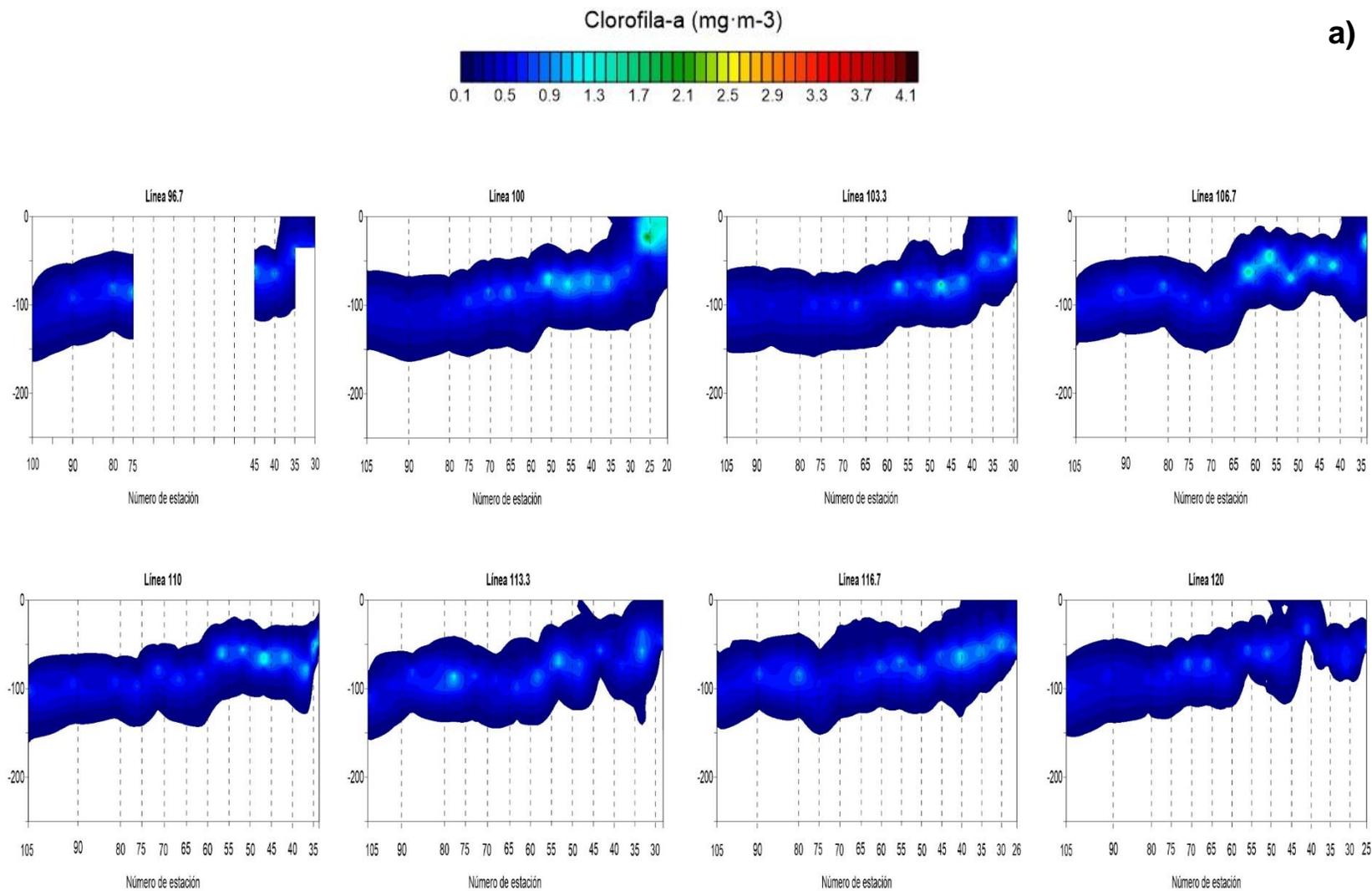
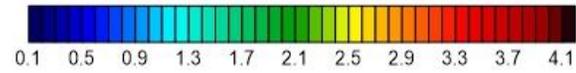
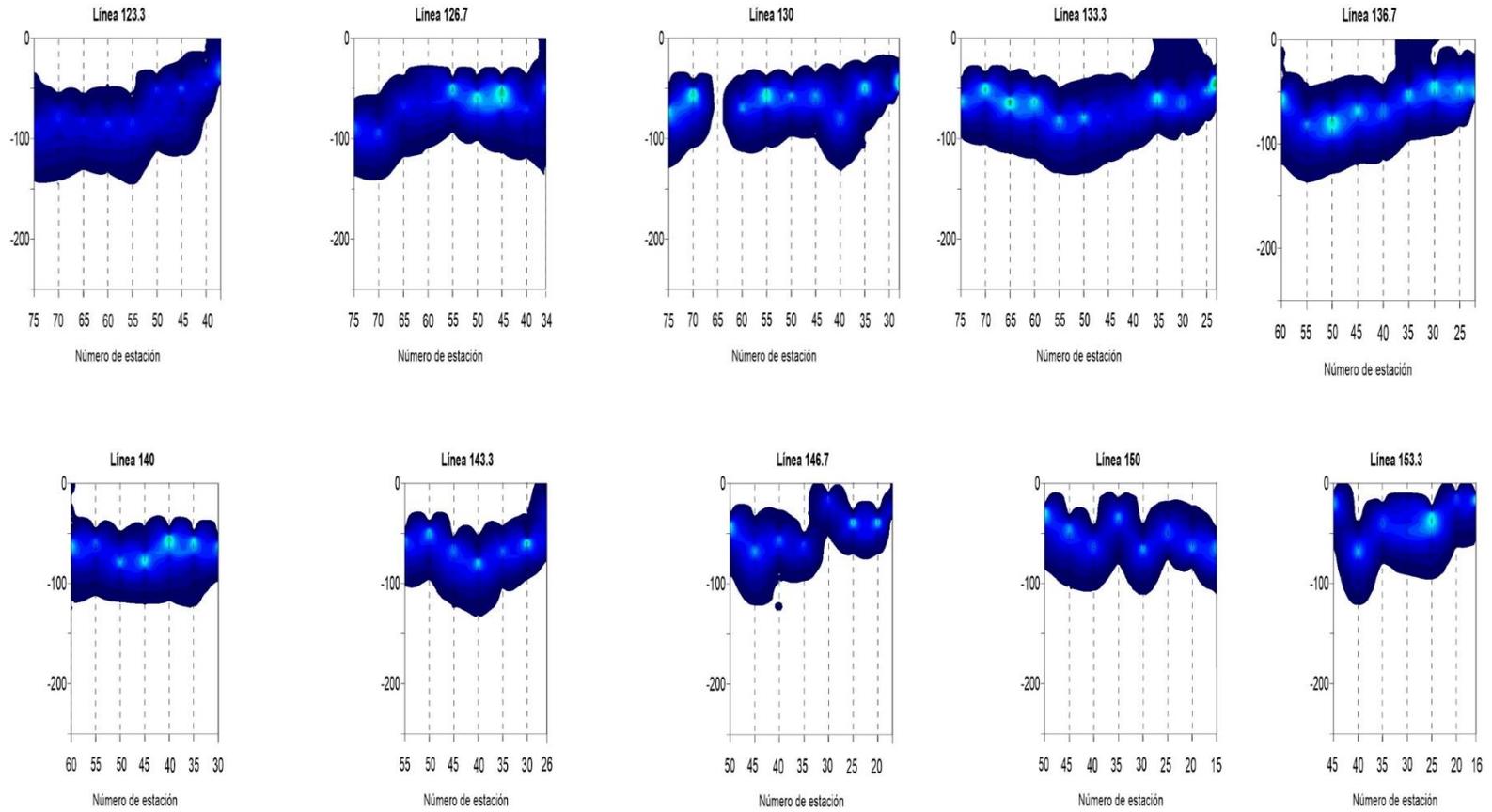


Figura 11.- Perfiles verticales de clorofila-a en las regiones al norte (a) y sur (b) de Punta Eugenia, durante otoño de 2015.

Clorofila-a (mg·m⁻³)



b)



Continuación Figura 11.- Región al sur de Punta Eugenia.

8.2. Estructura de la comunidad

El análisis de 372 muestras de zooplancton mostró una abundancia total estandarizada de 194,790 larvas y 403 *taxa*, comprendidos en 22 órdenes, 104 familias y 213 géneros. Siete *taxa* fueron identificados a nivel de género, 151 a morfotipo y 245 a nivel especie (Anexo 1).

Para el verano de 2014 se obtuvo el 58% de la abundancia total (con 112,688 larvas) y 281 *taxa*, identificándose 29 a nivel familia, 57 a género y 195 a especie. En el otoño de 2015 se registró el 42% de la abundancia total (con 82,102 larvas) y 259 *taxa*, de los cuales 34 se identificaron a nivel familia, 53 a género y 172 a especie (Fig. 12; Anexo 1).

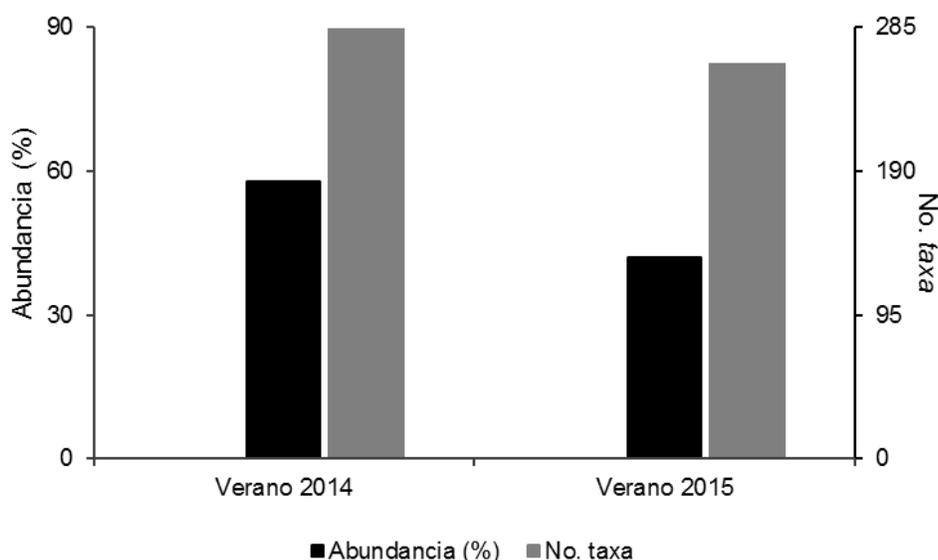


Figura 12.- Abundancia relativa y número de *taxa* identificados. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

A escala regional, durante verano de 2014 la zona al norte de Punta Eugenia registró el 76.6% de la abundancia total obtenida para este periodo con 133 *taxa*, mientras que la región sur representó el 23.4% restante con 211 *taxa*. En el otoño de 2015 la región norte registró el 57.6% de la abundancia total estimada para esta época con 259 *taxa*, en contraste la región sur representó el 45.4% restante con 197 *taxa* (Fig. 13).

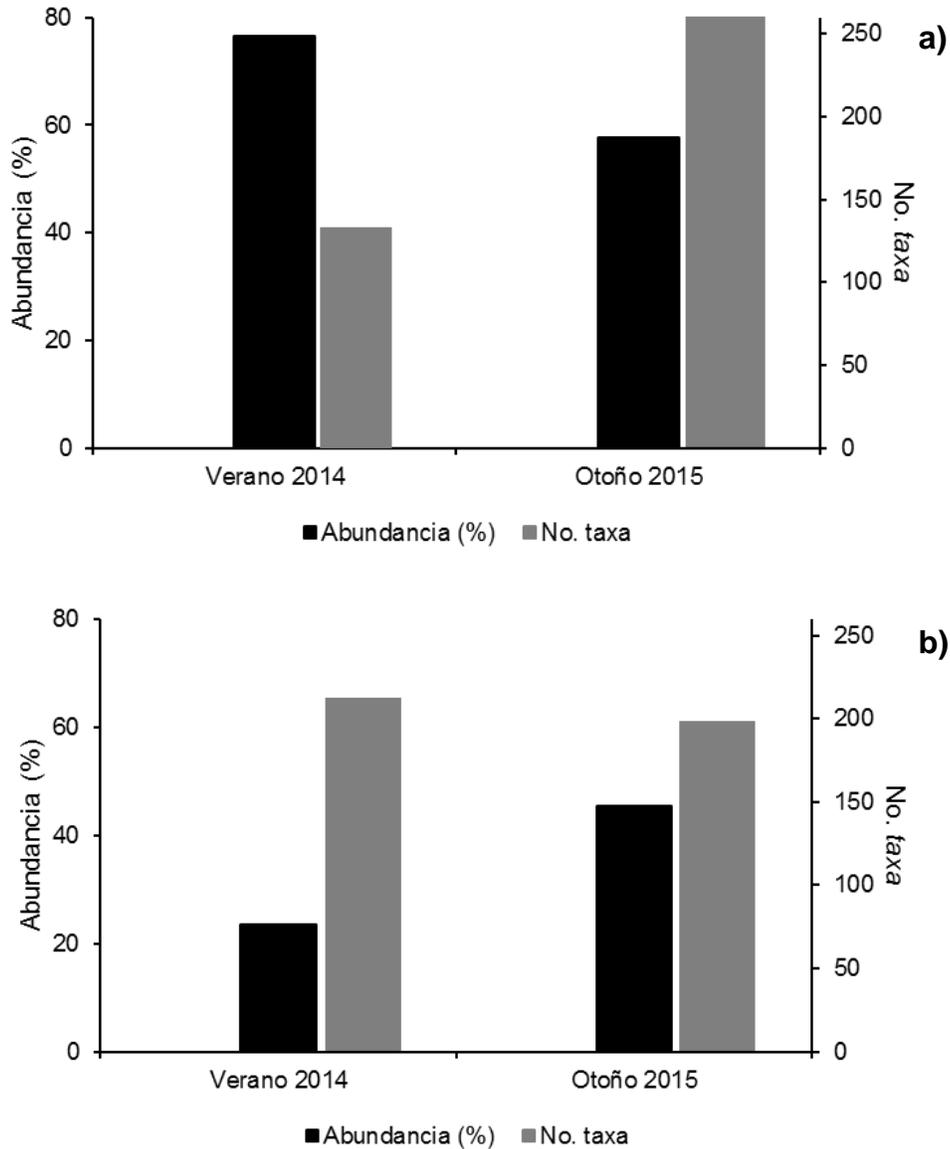


Figura 13.- Abundancia relativa y número de *taxa* identificados en las regiones norte (a) y sur (b) de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

Durante el verano de 2014 se encontraron 92 familias siendo las más abundantes Phosichthyidae (2 *taxa*), Myctophidae (29 *taxa*), Bathylagidae (6 *taxa*), Triglidae (3 *taxa*) y Gonostomatidae (2 *taxa*), quienes conformaron poco más del 90% de la abundancia larval total. En el otoño de 2015 se identificó un menor número de familias (83 familias) siendo las más abundantes Phosichthyidae (2 *taxa*), Myctophidae (31 *taxa*), Gonostomatidae (6 *taxa*), Bathylagidae (3 *taxa*), Gobiidae (18 *taxa*), Synodontidae (2 *taxa*) y Ophidiidae (8 *taxa*; Fig. 14).

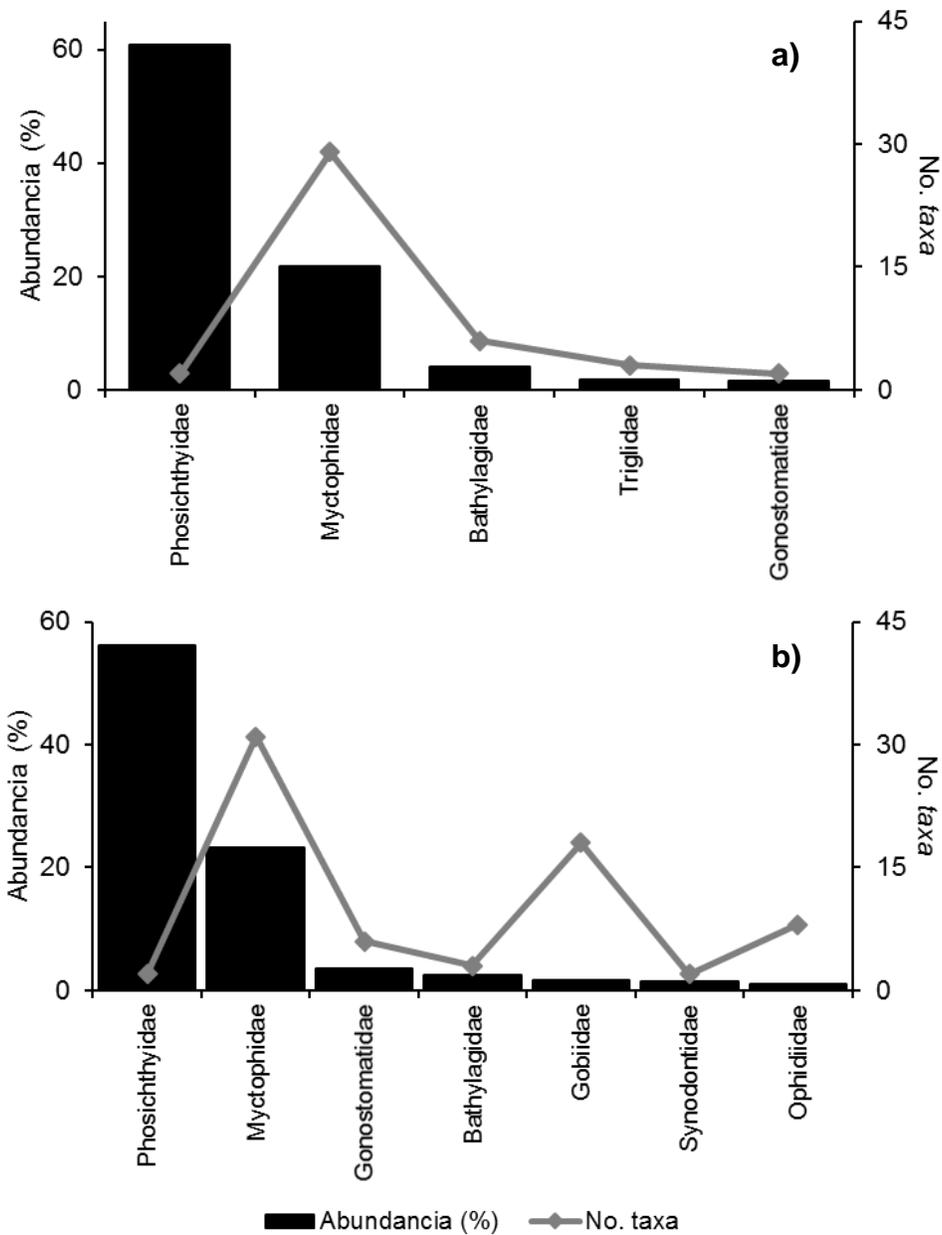


Figura 14.- Abundancia relativa y número de *taxa* por familia. Costa occidental de la Península de Baja California: verano 2014 (a) y otoño 2015 (b).

Durante verano de 2014 las especies *Vinciguerria lucetia*, *Triphoturus mexicanus*, *Diogenichthys laternatus*, *Bathylagoides wesethi*, *Ceratoscopelus townsendi* y *Prionotus stephanophrys* conformaron el 85.5% de la abundancia total y presentaron una ocurrencia $\geq 25\%$, con excepción de la última especie que tuvo una frecuencia del 7% (Fig. 15 a). Para otoño de 2015 además de los cinco mesopelágicos referidos anteriormente *Cyclothone signata*, *Diaphus pacificus*, *Synodus lucioceps*, *Diaphus*

pacificus, *C. townsendi*, *P. stephanophrys*, *Lepophidium negropinna*, *Protomyctophum crockeri*, *Hygophum reinhardtii*, *Benthoosema panamense* y *Cyclothone acclinidens* integraron apenas el 85.2% de la abundancia y generalmente se presentaron en $\geq 21\%$ de las estaciones, con excepción de algunas especies que tuvieron ocurrencias hasta del 8% (Fig. 15 b).

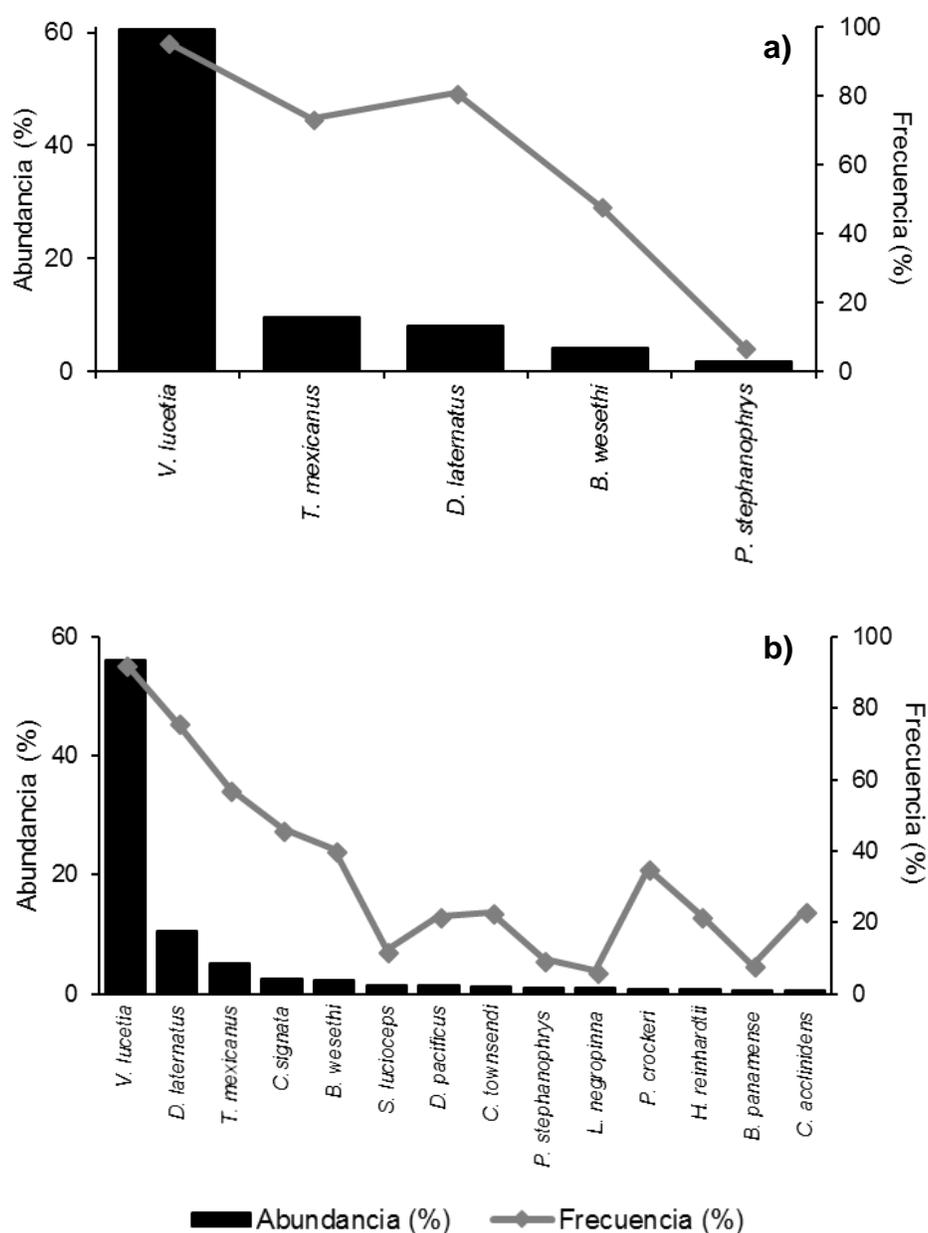


Figura 15.- Abundancia y frecuencia relativa de las especies dominantes. Costa occidental de la Península de Baja California: verano 2014 (a) y otoño 2015 (b).

Los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* y *B. wesethi* fueron las especies mejor representadas en la región norte del área de estudio, durante verano de 2014. Estas especies integraron el 87% de la abundancia total obtenida y presentaron una ocurrencia del 75-90%. En la región sur los taxa que conformaron el 85% de la abundancia total registrada fueron los cuatro mesopelágicos descritos anteriormente e *Hygophum atratum* y *Cyclothone signata*, así como los demersales *Prionotus stephanophrys*, *Pronotogrammus multifasciatus*, *Syacium* spp., *Etropus crossotus*, *Lepophidium stigmatistium*, *Citharichthys fragilis* y *Aulopus bajacali*, los pelágicos oceánicos *Auxis* spp. y *Cubiceps pauciradiatus*, los pelágicos costeros *Opisthonema* spp., *Caranx caballus*, *Eucinostomus gracilis* y *Chloroscombrus orqueta*, y el arrecifal *Synodus lucioceps*, quienes tuvieron una ocurrencia de aparición del 2-99% (Tabla 2).

Durante otoño de 2015, los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus*, *B. wesethi* y *C. signata*, así como el arrecifal *S. lucioceps* conformaron el 85% de la abundancia larval total obtenida en la región norte del área de estudio y presentaron una frecuencia del 75-90%. Al sur de Punta Eugenia las especies dominantes estuvieron conformadas además de los primeros cuatro mesopelágicos referidos anteriormente por *D. pacificus*, *B. panamense*, *H. reinhardtii*, *P. stephanophrys*, *Ctenogobius sagittula*, *C. pauciradiatus*, *Bregmaceros* sp. 1, *Lestidiops neles*, *Diplophos proximus*, *Nannobrachium idostigma*, *S. lucioceps*, *Syacium ovale*, *H. atratum*, *A. bajacali* y *Bathophilus filifer*, quienes en conjunto sumaron el 85% de la abundancia larval total y tuvieron una ocurrencia del 10-90% (Tabla 2).

Tabla 2.- Abundancia y frecuencia relativa de las especies de larvas de peces dominantes en la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

Taxa	Verano 2014				Otoño 2015			
	Región norte		Región sur		Región norte		Región sur	
	Abundancia (%)	Frecuencia (%)						
<i>Vinciguerria lucetia</i>	64	89	51	99	59	96	53	90
<i>Triphoturus mexicanus</i>	12	90	3	51	8	91	0.5	20
<i>Diogenichthys laternatus</i>	7	75	12	84	8	80	13	72
<i>Bathylagoides wesethi</i>	5	76	1	15	4	61	0.7	17
<i>Prionotus stephanophrys</i>			7	14			1	10
<i>Auxis</i> spp.			2	25				
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>			1	20			0.8	17
<i>Syacium</i> spp.			1	17				
<i>Hygophum atratum</i>			1	17			0.7	18
<i>Opisthonema</i> spp.			1	2				
<i>Caranx caballus</i>			1	10				
<i>Etropus crossotus</i>			1	7				
<i>Lepophidium stigmatistium</i>			1	9				
<i>Eucinostomus gracilis</i>			1	9				
<i>Citharichthys fragilis</i>			0.5	3				
<i>Mulloidichthys dentatus</i>			0.5	5				

<i>Chloroscombrus orqueta</i>	0.5	8					
<i>Synodus lucioceps</i>	0.4	11	2	13	0.7	11	
<i>Aulopus bajacali</i>	0.4	8			0.5	11	
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	0.4	9			1	25	
<i>Cyclothone signata</i>	0.4	15	4	70			
<i>Diaphus pacificus</i>					3	46	
<i>Hygophum reinhardtii</i>					1	34	
<i>Bathophilus filifer</i>					0.5	11	
<i>Syacium ovale</i>					0.7	23	
<i>Benthoosema panamense</i>					2	17	
<i>Ctenogobius sagittula</i>					1	22	
<i>Bregmaceros</i> sp. 1					1	30	
<i>Lestidiops neles</i>					1	26	
<i>Diplophos proximus</i>					0.8	17	
<i>Nannobranchium idostigma</i>					0.8	33	

La distribución de la abundancia y el número de *taxa* de acuerdo con la afinidad faunística, denotaron la dominancia del componente tropical-subtropical durante verano de 2014 (AR= 77% y 178 *taxa*) y otoño de 2015 (AR= 82% y 162 *taxa*), seguido por las especies de amplia distribución en el Pacífico Nororiental (ADPN) con una abundancia que varió entre los 5.3-10% y fue representada por 52 *taxa* durante el periodo de estudio. El componente templado-subártico fue el que menos contribuyó durante ambos periodos estacionales (AR \leq 7% y \leq 41 *taxa*; Fig. 16).

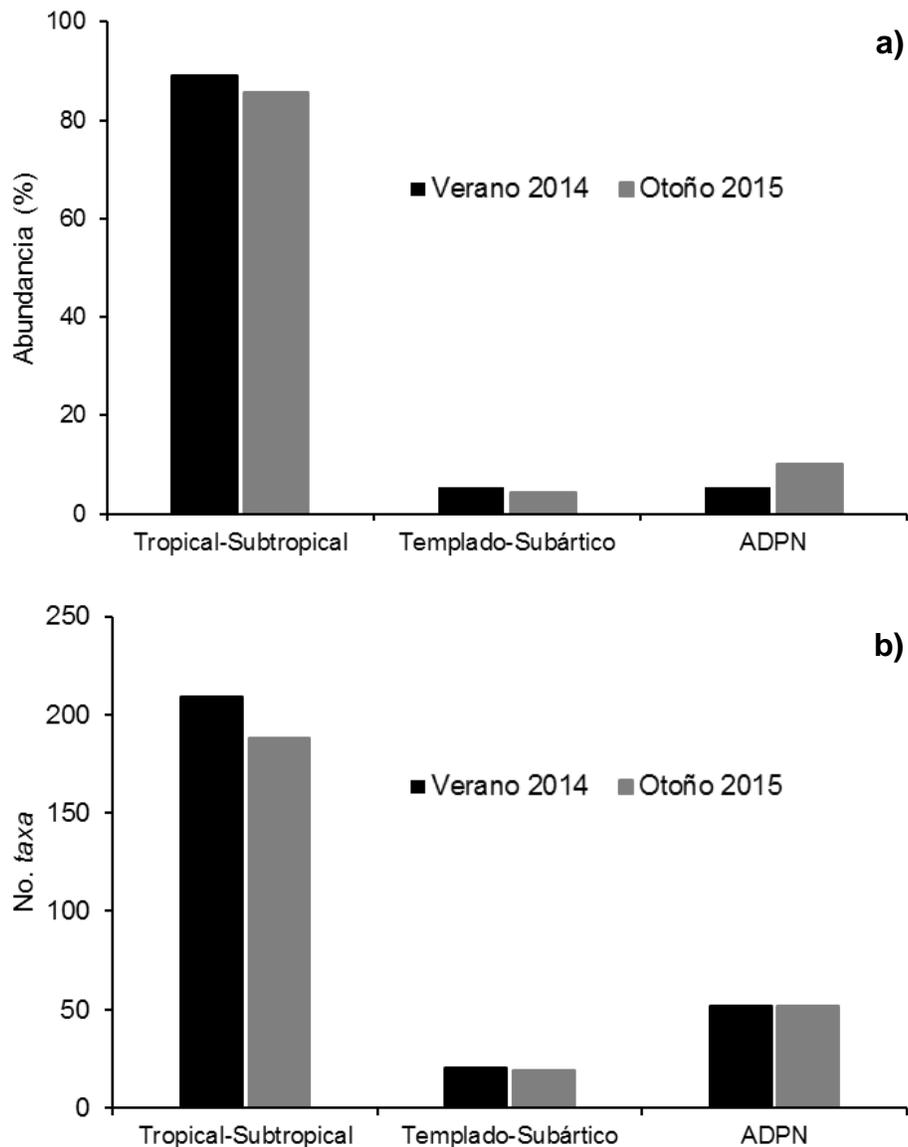


Figura 16.- Abundancia relativa (a) y número de *taxa* (b) de larvas de peces por afinidad faunística. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

A escala regional, se observó la dominancia del componente tropical-subtropical al norte de Punta Eugenia durante todo el periodo de estudio que no sobrepasó el 75% de la abundancia total registrada para la región. En cuanto al número de *taxa* identificados, el componente tropical-subtropical registró un incremento de casi tres órdenes de magnitud para el otoño de 2015. Para esta misma época del año, las especies templado-subárticas tuvieron una disminución en su abundancia del 1.2%, mientras que el número de especies se mantuvo constante (19-20 *taxa*). El componente de ADPN fue el único que mostró un incremento tanto en su abundancia (16.6-19.1 %) como en el número de especies registradas para el otoño de 2015 (39-63 *taxa*; Fig. 17).

En contraste, las especies de afinidad tropical-subtropical en la región sur del área de estudio registraron un aumento en su abundancia del 9.4% para otoño de 2015, acompañado de un ligero decremento en el número de especies (9 *taxa*). Para esta misma época estacional, el componente templado-subártico presentó un ligero descenso en su abundancia y en el número de *taxa*, mientras que las especies de ADPN denotaron una disminución del 9% pero el número de *taxa* se mantuvo constante (Fig. 18).

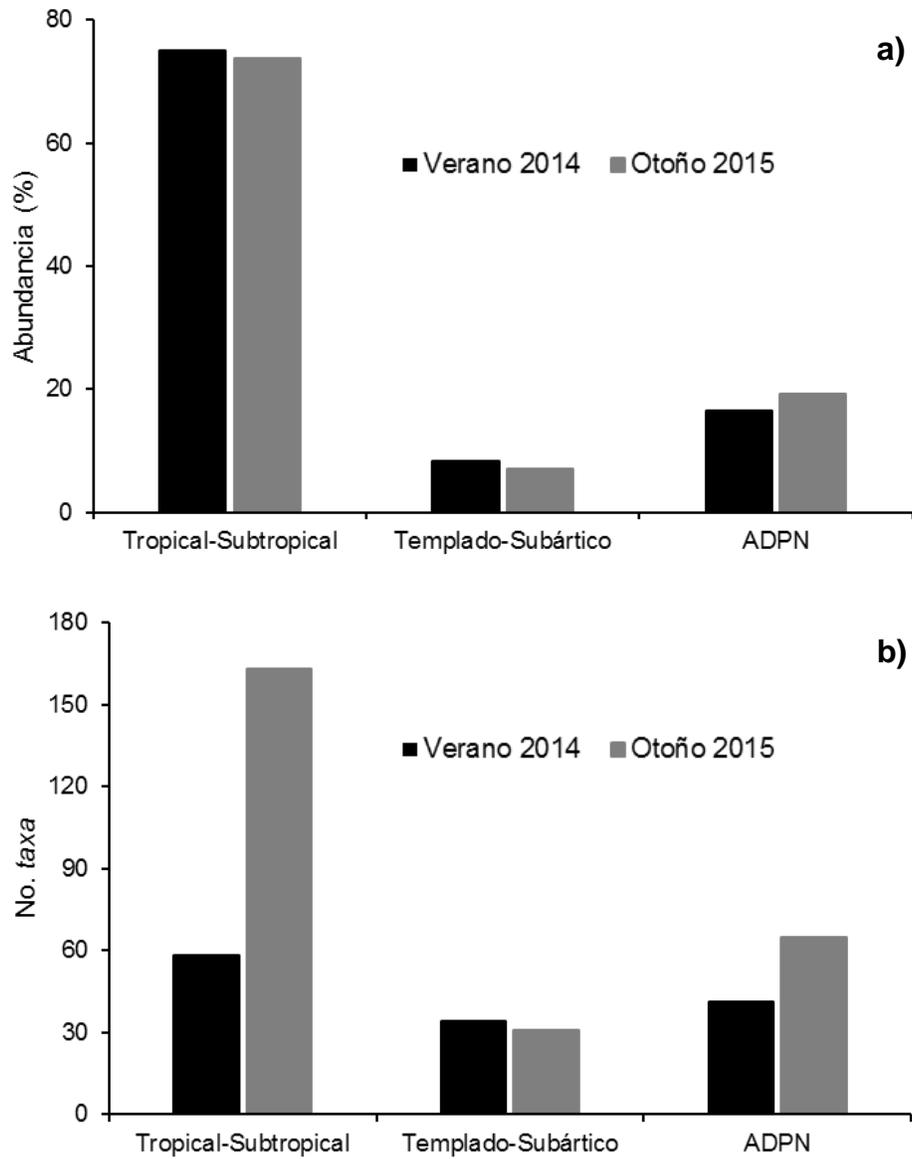


Figura 17.- Abundancia relativa (a) y número de *taxa* (b) de larvas de peces por afinidad faunística. Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

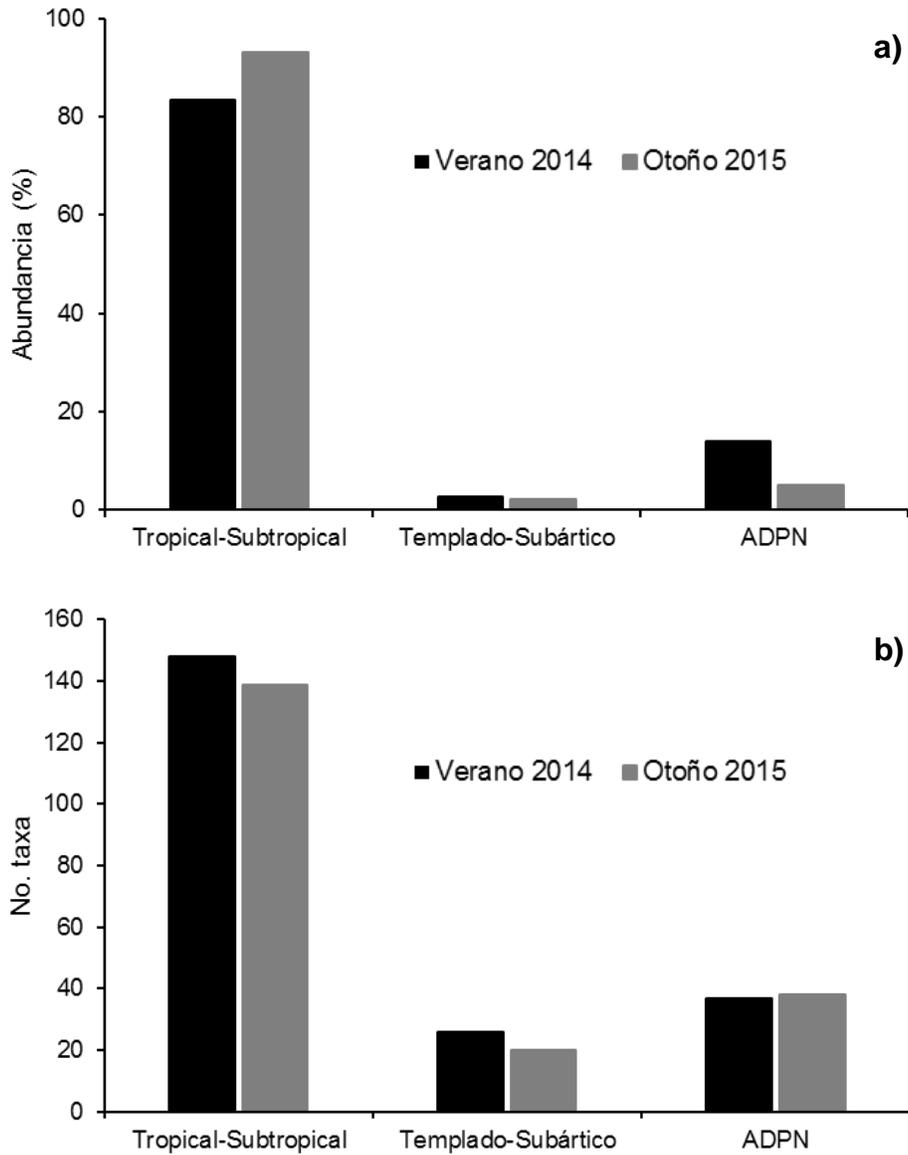


Figura 18.- Abundancia relativa (a) y número de *taxa* (b) de larvas de peces por afinidad faunística. Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

Las especies de hábitat mesopelágico fueron las mejor representadas en cuanto a su abundancia relativa, aportando durante verano de 2014 el 90.3% con 81 *taxa* y el 88% durante otoño de 2015 con 80 *taxa*. El componente con mayor diversidad durante ambos periodos fue el demersal somero con 108 y 93 *taxa* respectivamente. Las especies que menos contribuyeron durante el periodo de estudio fueron los demersales de profundidad, los pelágicos oceánicos y batipelágicos, incluidos en el apartado otros (AR $\geq 1\%$ y ≥ 31 *taxa*; Fig. 19).

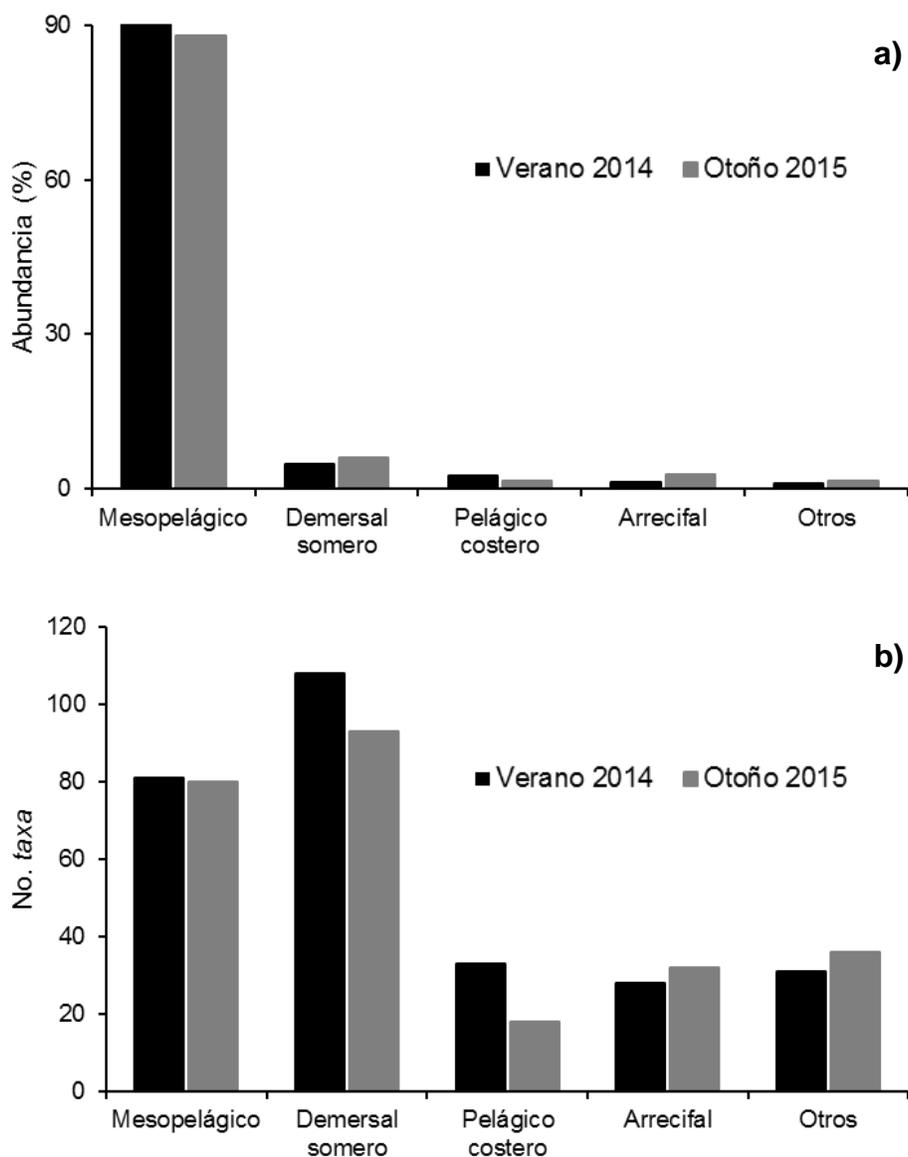


Figura 19.- Abundancia relativa (a) y número de *taxa* (b) de las larvas de peces por tipo de hábitat. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

Durante todo el periodo de estudio la región al norte de Punta Eugenia destacó la amplia representación en cuanto a abundancia y número de *taxa* del componente mesopelágico (AR= 93-96% y 64-80 *taxa*), seguido de los pelágicos costeros (AR= 1-2% y 15-18 *taxa*). Las especies demersales someras y arrecifales fueron los menos representados en esta región. Sin embargo, estos dos últimos grupos registraron para otoño de 2015 una abundancia tres veces mayor a la obtenida en verano de 2014. Mientras que el número de *taxa* registrados en otoño de 2015 fue hasta tres y seis veces mayor, respecto al verano de 2014 (Fig. 20).

La región sur del área de estudio también denota la dominancia del componente mesopelágico durante ambas épocas analizadas, presentando en el otoño de 2015 un incremento en su abundancia del 9.4% y registrando 5 *taxa* más respecto a verano de 2014. Adicionalmente, en otoño de 2015 los grupos demersales someros y pelágicos costeros mostraron una disminución en su abundancia (8.2 y 0.8%, respectivamente), y número de especies (14 y 7 *taxa*, respectivamente), siendo más contrastante las variaciones del primer grupo (Fig. 21).

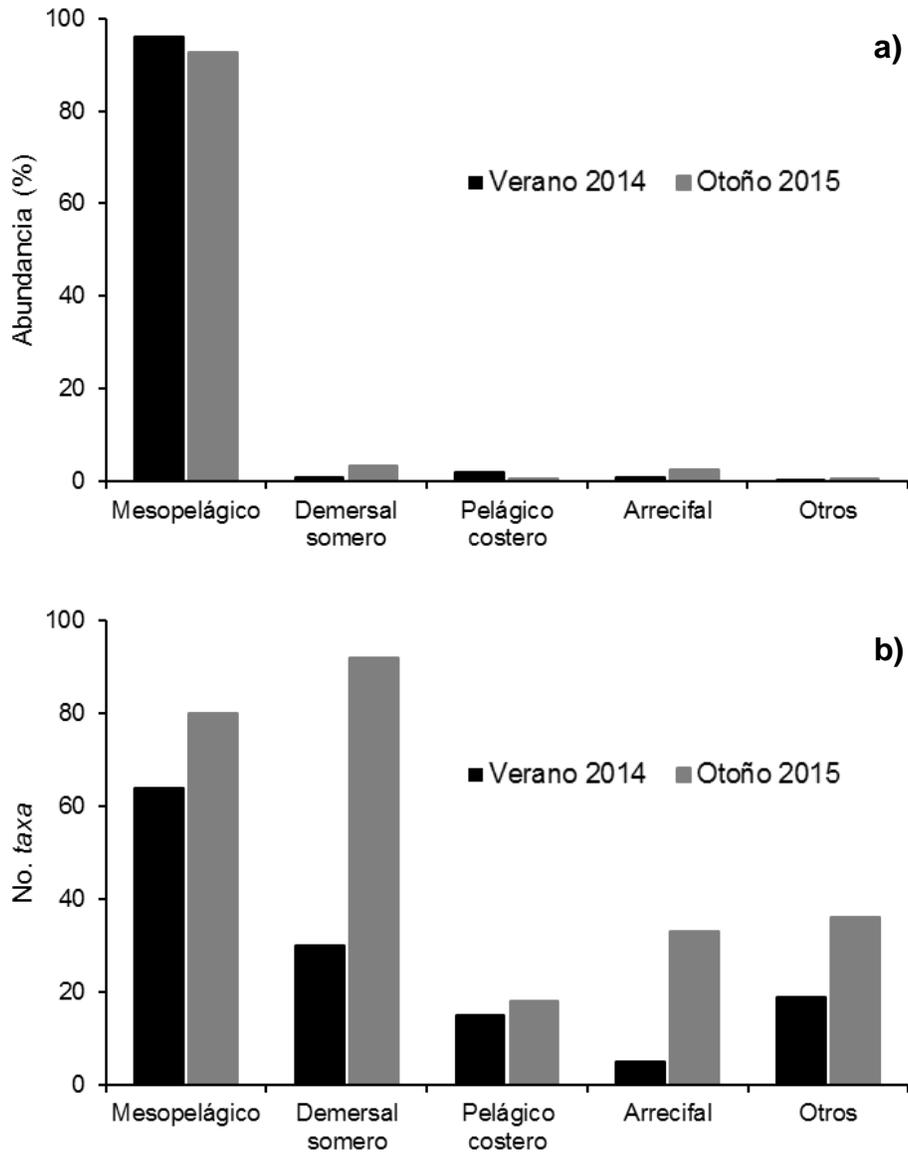


Figura 20.- Abundancia relativa (a) y número de *taxa* (b) de las larvas de peces por tipo de hábitat. Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

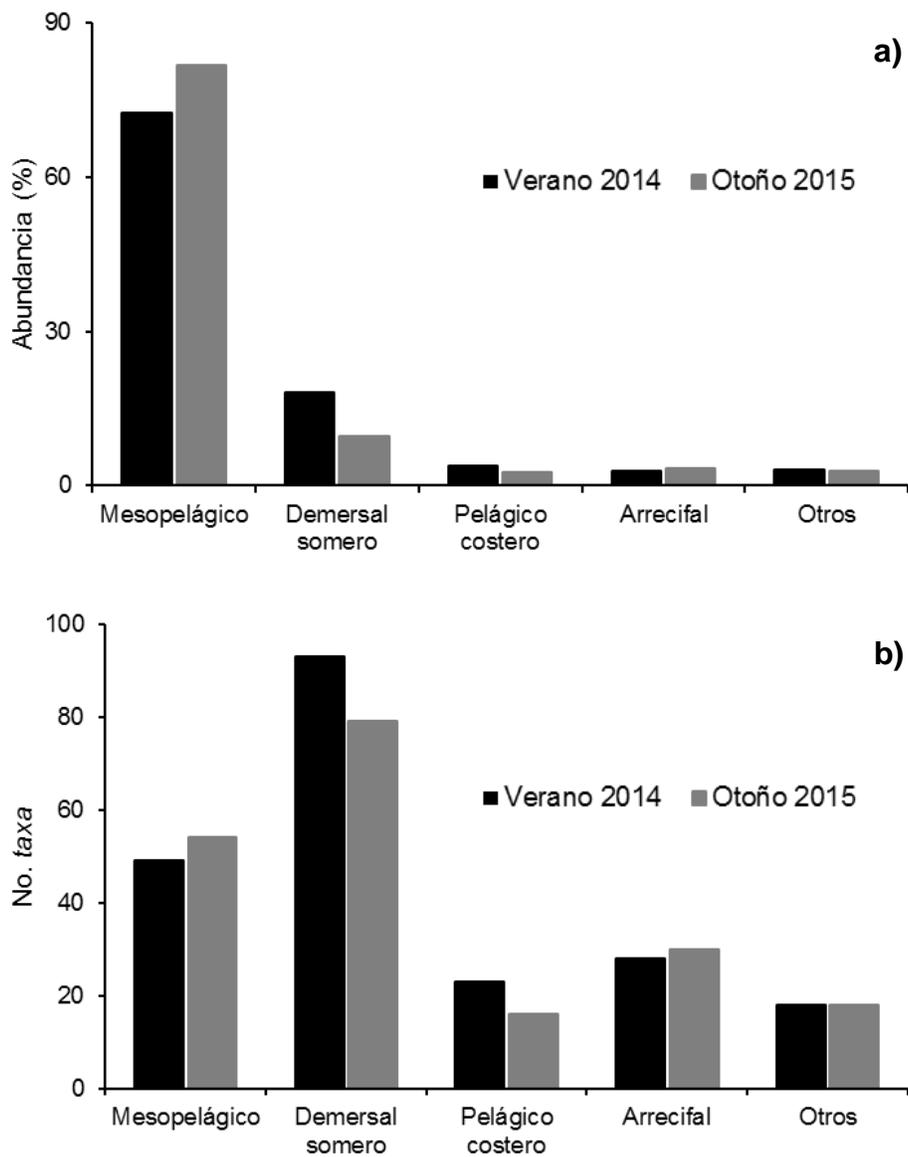


Figura 21.- Abundancia relativa (a) y número de *taxa* (b) de las larvas de peces por tipo de hábitat. Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

La diversidad (H') durante verano de 2014 fluctuó entre 0.6 y 1.4 (promedio 0.6). Valores por encima del promedio se presentaron principalmente al norte y sur de Punta Eugenia, así como en la zona oceánica adyacente a la misma. El valor más alto se registró en el Golfo de Ulloa (1.4). El resto del área de estudio alcanzó ≤ 0.6 (Tabla 3; Fig. 22 a). En otoño de 2015 la H' a varió entre los 0 y 1.3 (promedio 0.6). El patrón de distribución de las áreas de mayor diversidad (≥ 0.6) fueron consistentes con respecto al periodo anterior, además del interior de Bahía Vizcaíno y Punta Baja. El Golfo de Ulloa continuó siendo el área con de mayor diversidad al sur del área de estudio (≥ 1). Adicionalmente se presentó una zona con valores ≤ 0.4 que separó longitudinalmente la zona costera y oceánica (Tabla 3; Fig. 23 a).

La riqueza específica (S) durante el verano de 2014 osciló entre una y 42 especies por estación de muestreo (11 *taxa* en promedio). Se detectó una recurrencia entre las áreas donde se registraron ≥ 15 *taxa*, así como los sitios de menor riqueza específica (≤ 3 *taxa*), con respecto a la distribución de la diversidad (Tabla 3; Fig. 22 b). En otoño de 2015 la S fluctuó entre una y 36 especies por estación de muestreo (Golfo de Ulloa), con un promedio de 12 *taxa*. Para esta época también fue consistente el patrón de distribución de las áreas de mayor (≥ 15 *taxa*) y menor riqueza específica (≤ 3 *taxa*; Tabla 3; Fig. 23 b).

Tabla 3.- Valores promedio, mínimo y máximo de diversidad, riqueza y equidad. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014 y otoño 2015).

Descriptor comunitario	Verano 2014			Otoño 2015		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Diversidad (H')	0.6	0	1.4	0.6	0	1.3
Riqueza (S)	11	1	42	12	1	36
Equidad (J')	0.6	0	1	0.6	0	1

Durante verano de 2014 la equitabilidad (J') varió entre 0 y 1 (promedio de 0.60). La zona costera peninsular mostró mayor J' , al igual que la zona oceánica adyacente a Punta Eugenia (≥ 0.75). Valores ≤ 0.45 se presentaron en la zona oceánica al norte de Punta Eugenia, al igual que la Bahía Sebastián Vizcaíno y la región sur del área de estudio (Tabla 3; Fig. 22 c). En otoño de 2015 la J' osciló entre 0 y 1 (promedio de 0.62). Los valores más altos se concentraron alrededor de Punta Eugenia (≥ 0.75). Los

valores menores se presentaron algunos núcleos con valores ≤ 0.45 localizados en la zona oceánica entre Punta Eugenia-Bahía Magdalena y San Quintín (Tabla 3; Fig. 23 c).

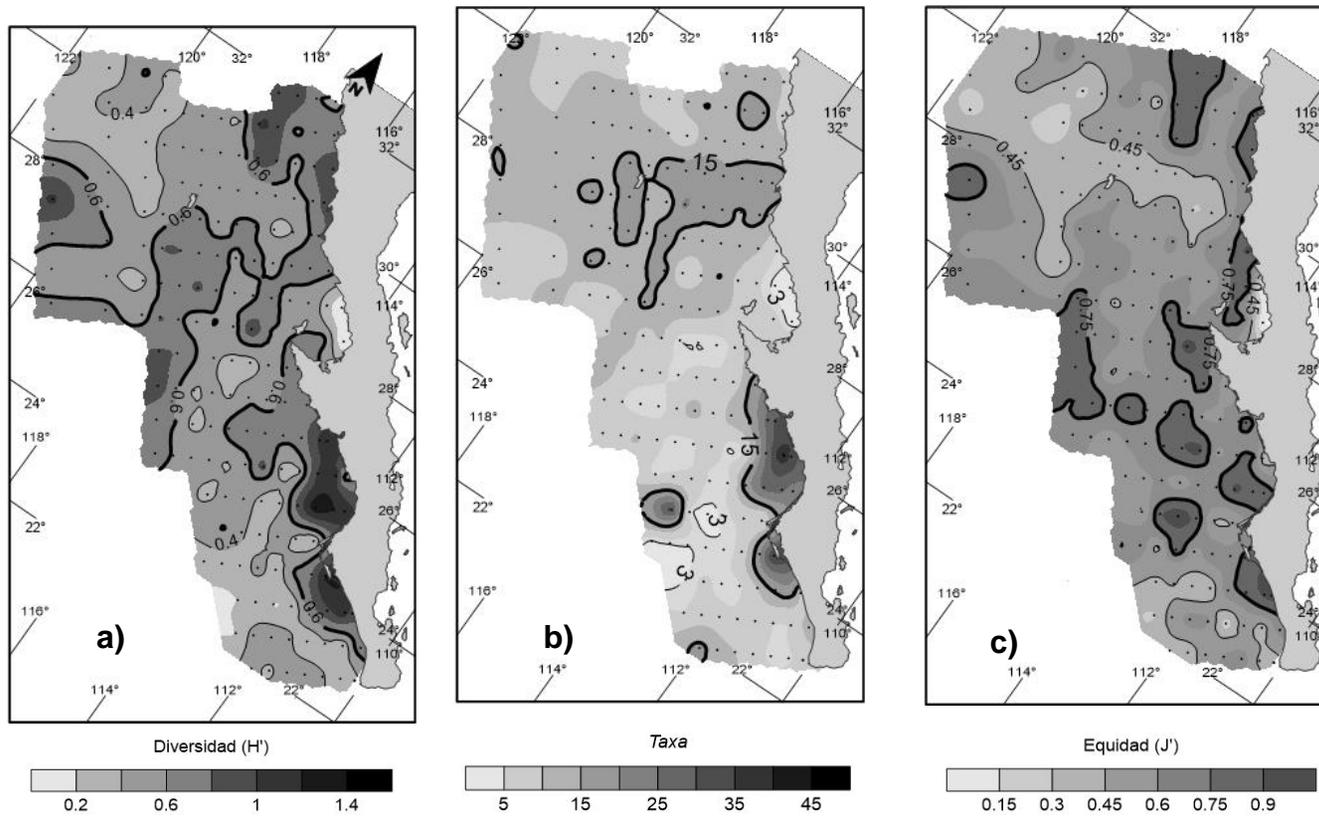


Figura 22.- Distribución de diversidad (a), riqueza (b) y equidad (c). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

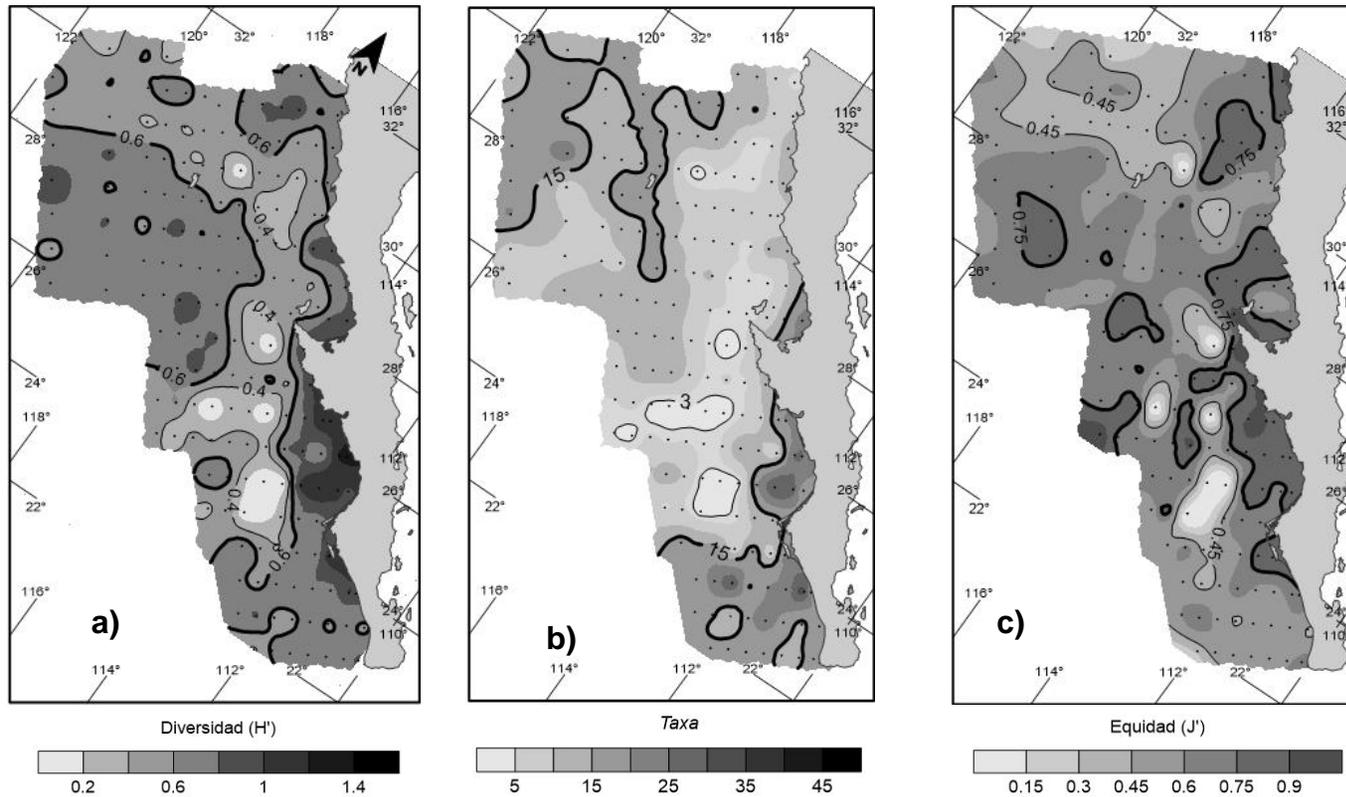


Figura 23.- Distribución de diversidad (a), riqueza (b) y equidad (c). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

8.3. Composición y distribución de las asociaciones de larvas de peces

En el dendrograma por especies (modo R) obtenido para verano de 2014, se observó a un nivel de similitud del 30.5% la separación de las especies exclusivamente mesopelágicas (alta abundancia y amplia distribución en el área de estudio) de un conjunto integrado mayormente por *taxa* costeros y algunos mesopelágicos de menor abundancia (Fig. 24 y Anexo 2 y 3).

A un nivel de corte $\geq 45\%$ se conformaron tres grupos de especies, cuya composición y distribución se describe a continuación:

Grupo Mesopelágicos Verano 1 (GMV1): formado por mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus*, *Lampadena urophaos* y *Notoscopelus resplendens* de afinidad tropical-subtropical, que se caracterizaron por su alta abundancia y amplia distribución en el área de estudio. Este grupo también incorporó especies de afinidad transicional como *T. mexicanus*, *C. townsendi*, *C. signata* y *Cyclothone acclinidens*, que presentaron una menor abundancia y distribución restringida principalmente al norte del área de estudio. Las especies *B. wesethi* y *Protomyctophum crockeri* de afinidad templada también estuvieron presentes. La distribución del grupo comprendió principalmente la zona oceánica al norte de Punta Eugenia (Fig. 24 y 25 a).

Grupo Costeros Verano 1 (GCV1): conformado por *taxa* de hábitats asociados a la costa tales como *Sardinops sagax* y *Chromis punctipinnis* de afinidad templada, así como el subtropical *Citharichthys stigmaeus*. La distribución del grupo comprendió la franja costera que abarca desde Tijuana hasta Bahía Sebastián Vizcaíno y el área oceánica adyacente a la misma (Fig. 24 y 25 b).

Grupo Costeros Verano 2 (GCV2): integrado por el demersal somero *P. stephanophrys* de afinidad transicional y el pelágico oceánico *Auxis* spp de afinidad tropical-subtropical, con distribución en el Golfo de Ulloa y frente a Bahía Magdalena (Fig. 24 y 25 c).

Verano 2014

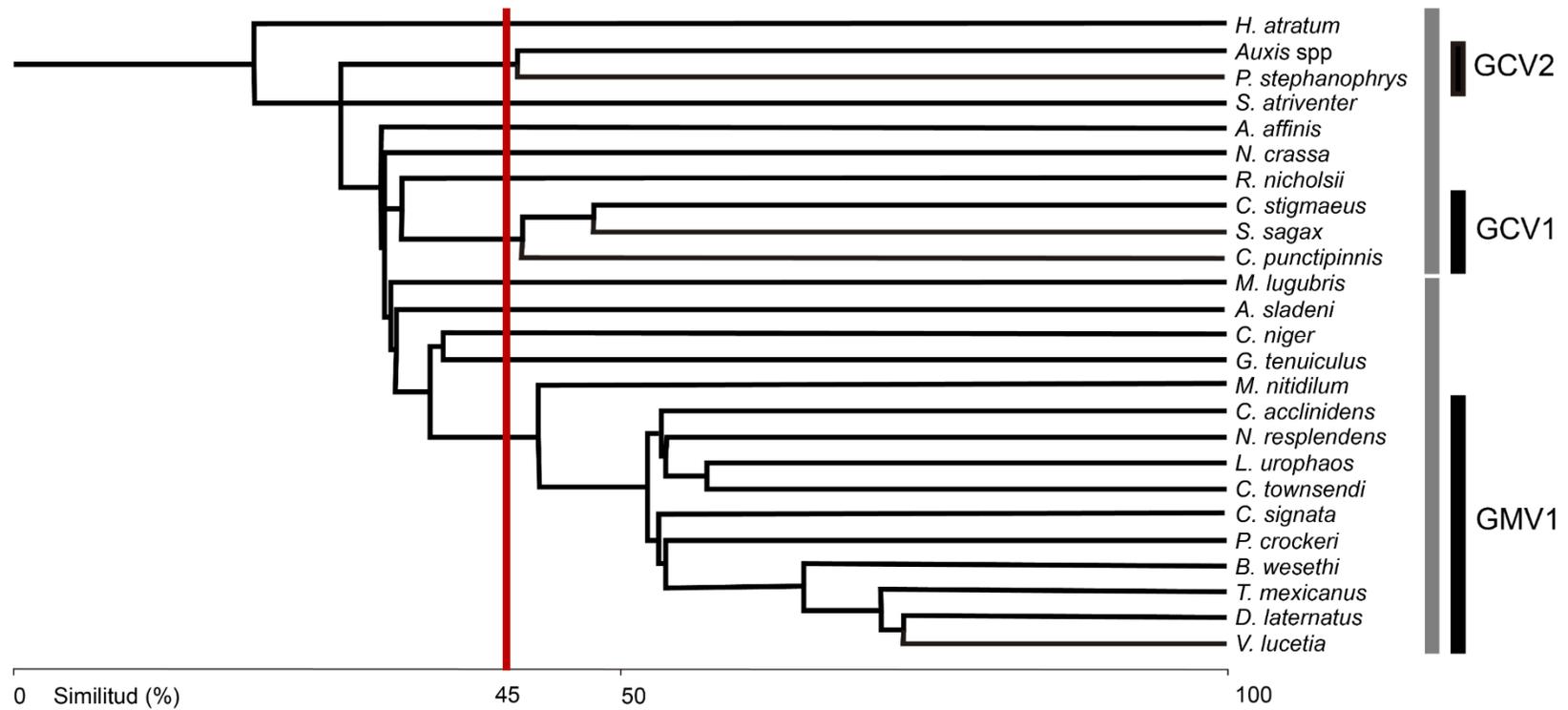


Figura 24.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces. Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014). Las barras grises indican la separación de las especies mesopelágicas del grupo mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 45% (color rojo).

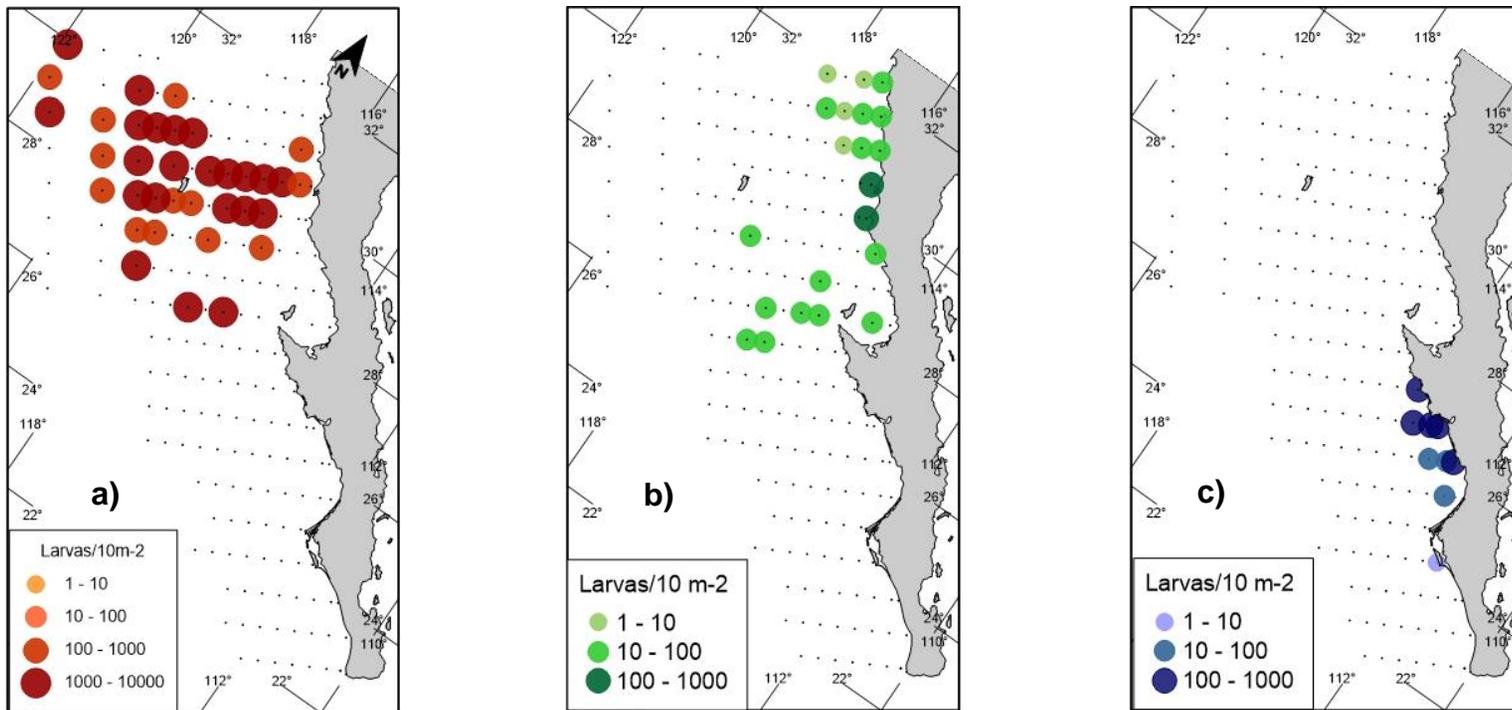


Figura 25.- Distribución de los grupos GMV1 (a), GCV1 (b) y GCV2 (c). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

El análisis clúster realizado para la región al norte de Punta Eugenia durante verano de 2014, mostró la formación del Grupo Mesopelágicos Verano Norte 1 (GMVN1) y del Grupo Costeros Verano 1 Norte (GCVN1) a un nivel de similitud del $\geq 45\%$ (Fig. 26).

La asociación GMVN1 mantuvo la misma composición y patrón de distribución oceánico al norte de Punta Eugenia que la asociación GMV1 obtenido en el análisis general (Fig. 26 y 27 a). Sin embargo, la asociación GCVN1 mostró cambios en su composición respecto al GCV1 obtenido en el análisis general, ya que incorporó al pelágico costero de afinidad templada *Engraulis mordax*, quedando el área de distribución del grupo en la zona costera desde Tijuana hasta Punta Baja, Bahía Sebastián Vizcaíno y algunas estaciones aledañas a Punta Eugenia (Fig. 26 y 27 b).

En contraste, el dendrograma para la región sureña evidenció variaciones en el número y composición de los grupos obtenidos en el análisis general (Fig. 28 y Anexo 2). Sin embargo, fue persistente la segregación de los componentes mesopelágico (abundancia media-alta) y costero (abundancia baja).

A un nivel $\geq 45\%$ se integraron cuatro grupos en la región al sur de Punta Eugenia cuya composición y distribución se describen a continuación:

Grupo Mesopelágicos Verano Sur 1 (GMVS1): se conformó por los mesopelágicos de afinidad tropical *V. lucetia* y *D. laternatus*, además de *T. mexicanus* de afinidad transicional. Especies que se caracterizaron por su alta abundancia y amplia distribución en el área de estudio. La distribución del grupo abarcó principalmente la zona oceánica, con la mayor concentración en el área adyacente a Punta Eugenia y Punta Abrejos (Fig. 28 y 29 a).

Grupo Mesopelágicos Verano Sur 2 (GMSV2): se integró por los mesopelágicos *Argyropelecus sladeni* de afinidad transicional y *P. crockeri* de afinidad templada, cuya distribución como grupo se concentró en las estaciones oceánicas localizadas en las inmediaciones de Punta Eugenia (Fig. 28 y 29 b).

Grupo Costeros Verano Sur 1 (GCVS1): incluyo especies de hábitat asociado a la costa principalmente de afinidad tropical-subtropical como *Eucinostomus gracilis*, *Auxis* spp, *Pronotogrammus multifasciatus*, *Syacium* spp, *Lepopidium stigmatistium*, *Ophichthus zopochir* y *Paranthias colonus*, además de *P. stephanophrys* de afinidad

transicional. La distribución del grupo se concentró principalmente en el Golfo de Ulloa (Fig. 28 y 29 c).

Grupo Costeros Verano Sur 2 (GCVS2): incorporó a las especies de hábitat asociado a la costa *Caranx caballus* y *Etropus crossotus* de afinidad tropical-subtropical, además de *S. lucioiceps* de afinidad transicional. El grupo se distribuyó entre Punta Abrejos y San Juanico en el interior del Golfo de Ulloa, así como unas estaciones costeras al sur de Bahía Magdalena y en una estación oceánica paralela a la misma (Fig. 28 y 29 d).

Verano 2014 (Región Norte)

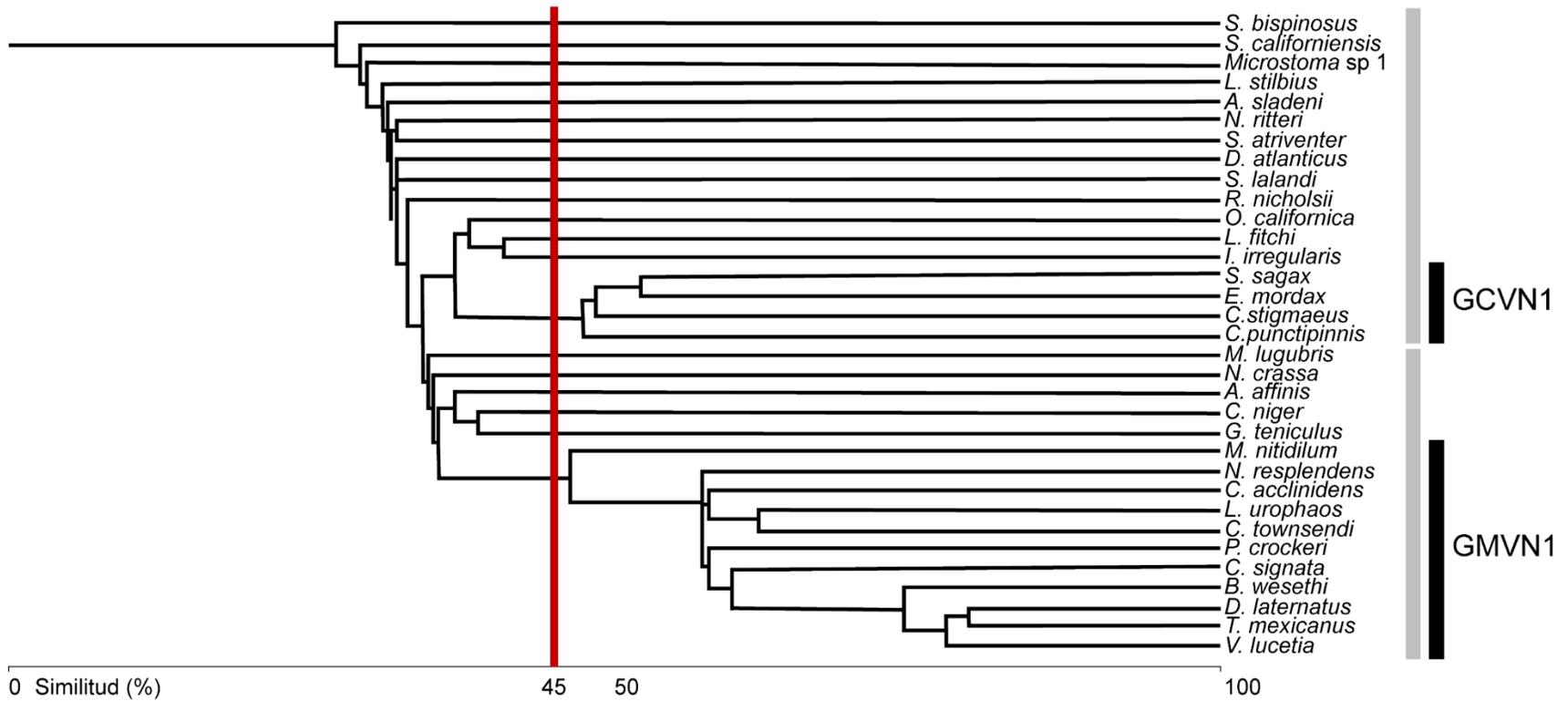


Figura 26.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces de la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014). Las barras grises indican la separación de especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 45% (color rojo).

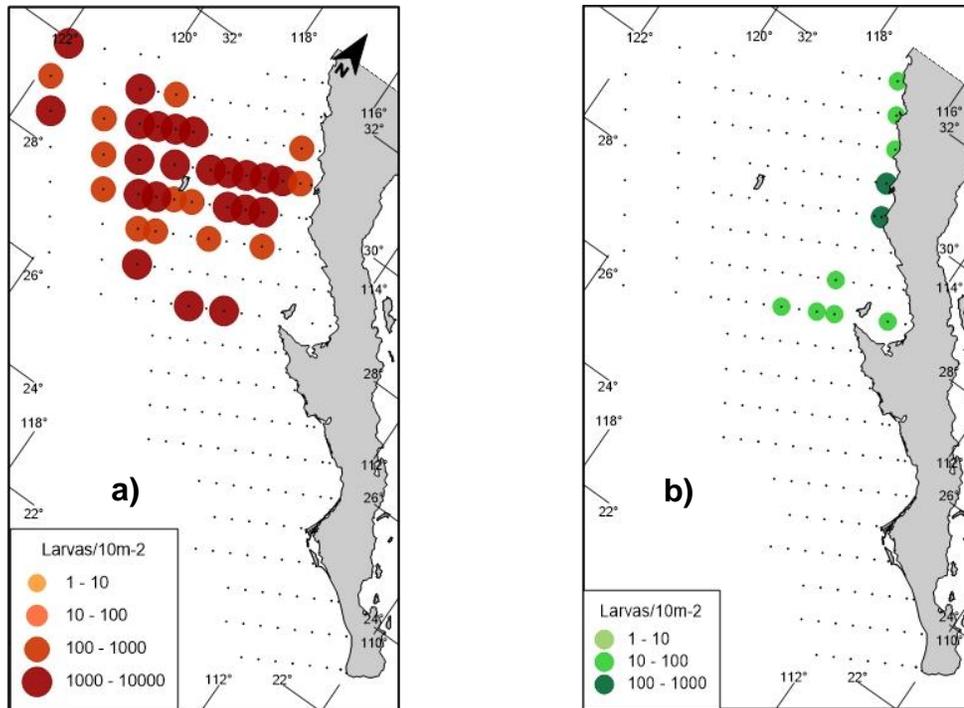


Figura 27.- Distribución de los grupos GMVN1 (a) y GCVN1 (b) en la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

Verano 2014 (Región Sur)

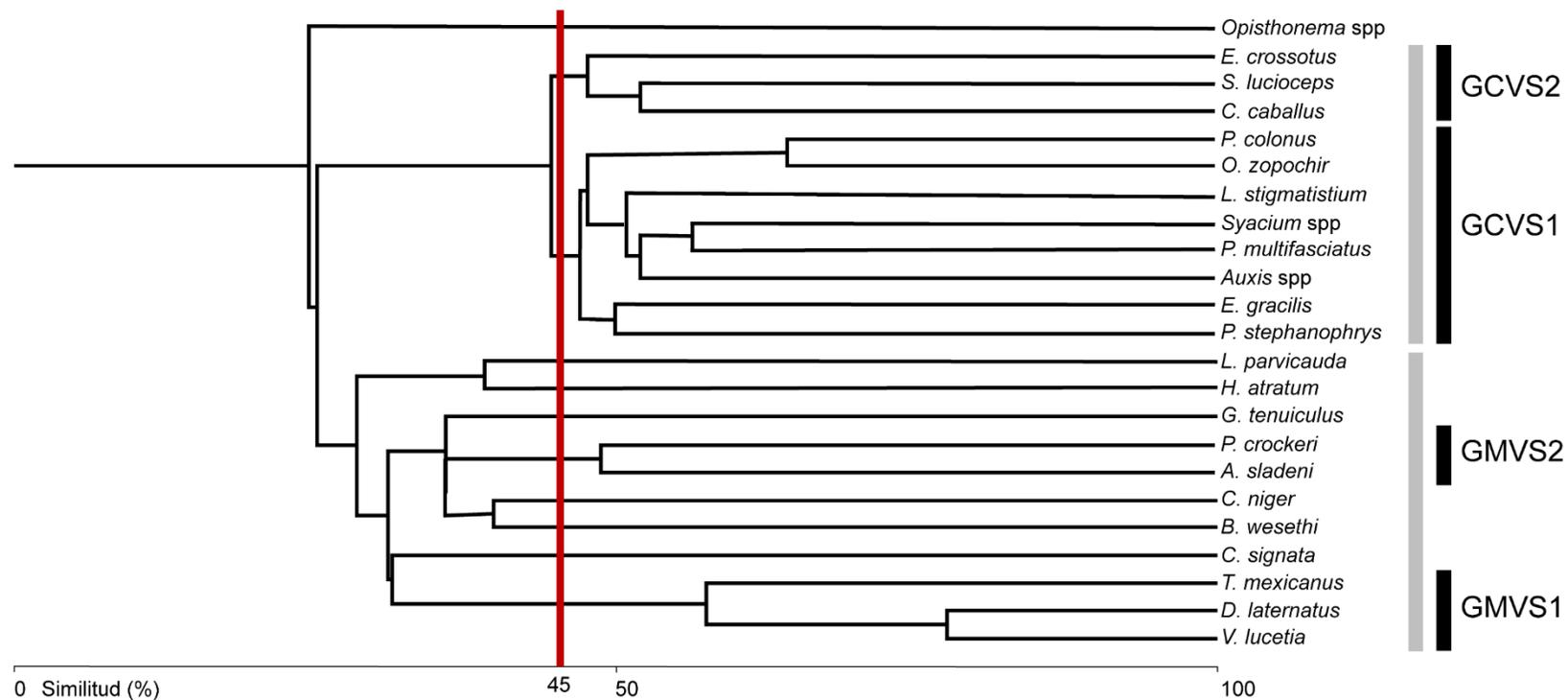


Figura 28.- Dendrograma de los grupos de larvas de la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014). Las barras grises indican la separación de especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 45% (color rojo).

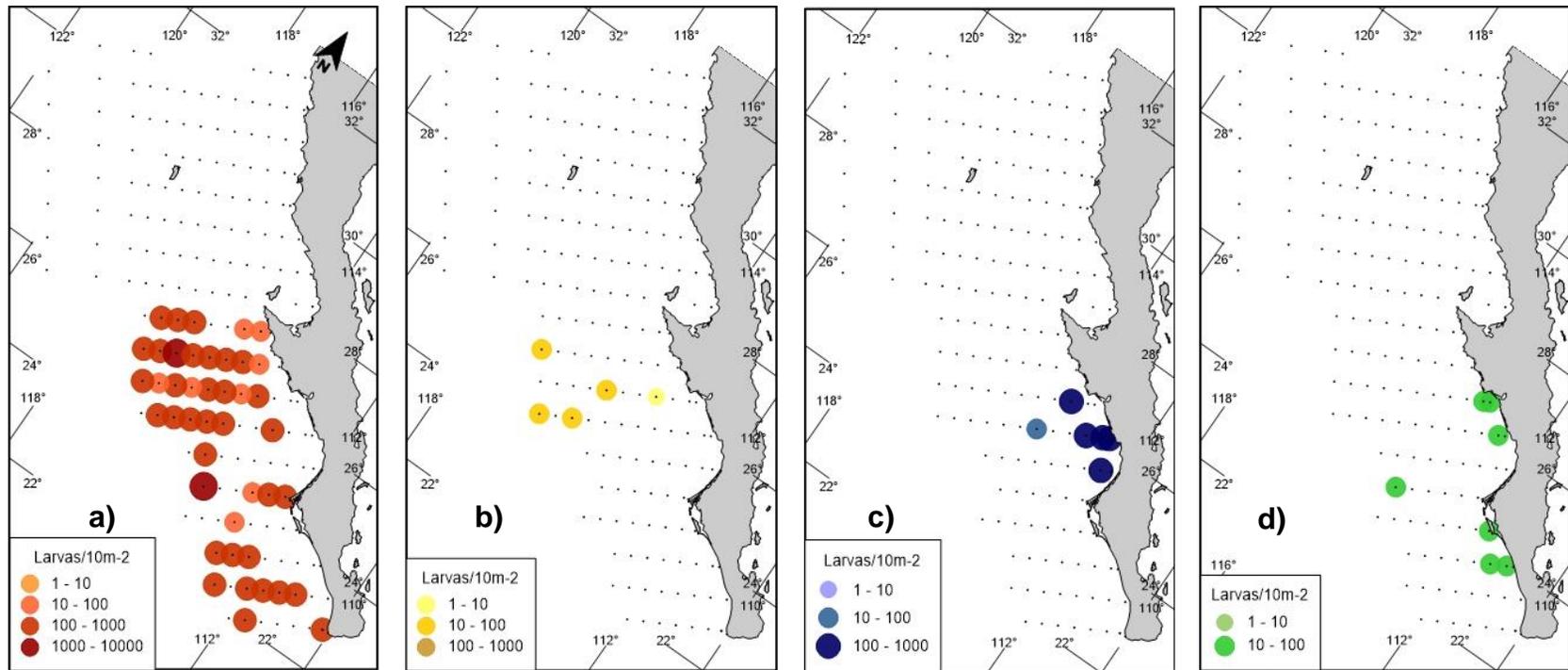


Figura 29.- Distribución de los grupos GMVS1 (a), GMVS2 (b) y GCVS1 (c) y GCVS2 (d) en la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

En el dendrograma obtenido para otoño de 2015, logró denotarse que al 34% se presentó la segregación del componente mesopelágico (especies con alta abundancia y amplia distribución) y los *taxa* costeros, los cuales se agruparon con algunos mesopelágicos con abundancia intermedia-baja y distribución preferentemente norteña (Fig. 30; Anexo 2 y 4).

A un nivel de corte $\geq 50\%$ se conformaron tres grupos de especies, cuya composición y distribución se describe a continuación:

Grupo Mesopelágicos Otoño 1 (GMO1): formado por los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus* y *L. urophaos* de afinidad tropical-subtropical, además de *T. mexicanus*, *C. signata*, *C. townsendi* y *C. acclinidens* de afinidad transicional. También se incluyeron los *taxa* *B. wesethi* y *P. crockeri* de afinidad templada. La distribución del grupo comprendió la zona oceánica al norte de Punta Eugenia y abarcó algunas estaciones adyacentes a esta (Fig. 30 y 31 a).

Grupo Mixto Otoño 2 (GMO2): compuesto por los mesopelágicos *Diaphus pacificus*, *Lestidiops neles* e *Hygophum reinhardtii*, así como los pelágicos *Cubiceps pauciradiatus* y *Bregmaceros* sp 1 de afinidad faunística tropical-subtropical. La distribución del grupo comprendió desde Bahía Magdalena hasta Cabo San Lucas, así como algunas estaciones oceánicas frente al Golfo de Ulloa (Fig. 30 y 31 b).

Grupo Costeros Otoño 1 (GCO1): integrado por el lenguado *Syacium ovale* de afinidad tropical y el lábrido *Halichoeres semicinctus* de afinidad templada, cuya distribución estuvo restringida principalmente al Golfo de Ulloa, así como algunas estaciones oceánicas localizadas al suroeste de Bahía Magdalena y al oeste de Cabo San Lucas (Fig. 30 y 31 c).

Otoño 2015

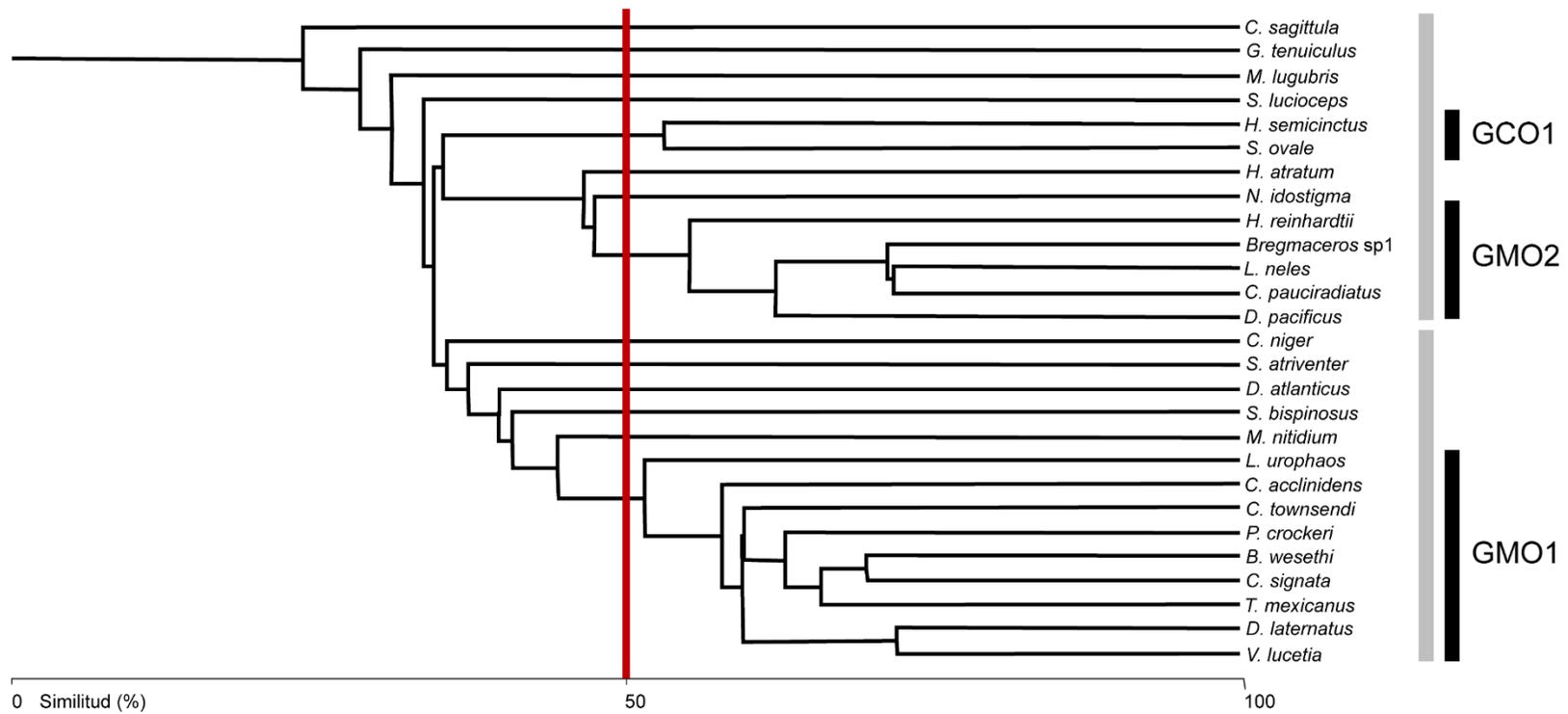


Figura 30.- Dendrograma de grupos de larvas de peces. Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015). Las barras grises indican la separación de las especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 50% (color rojo).

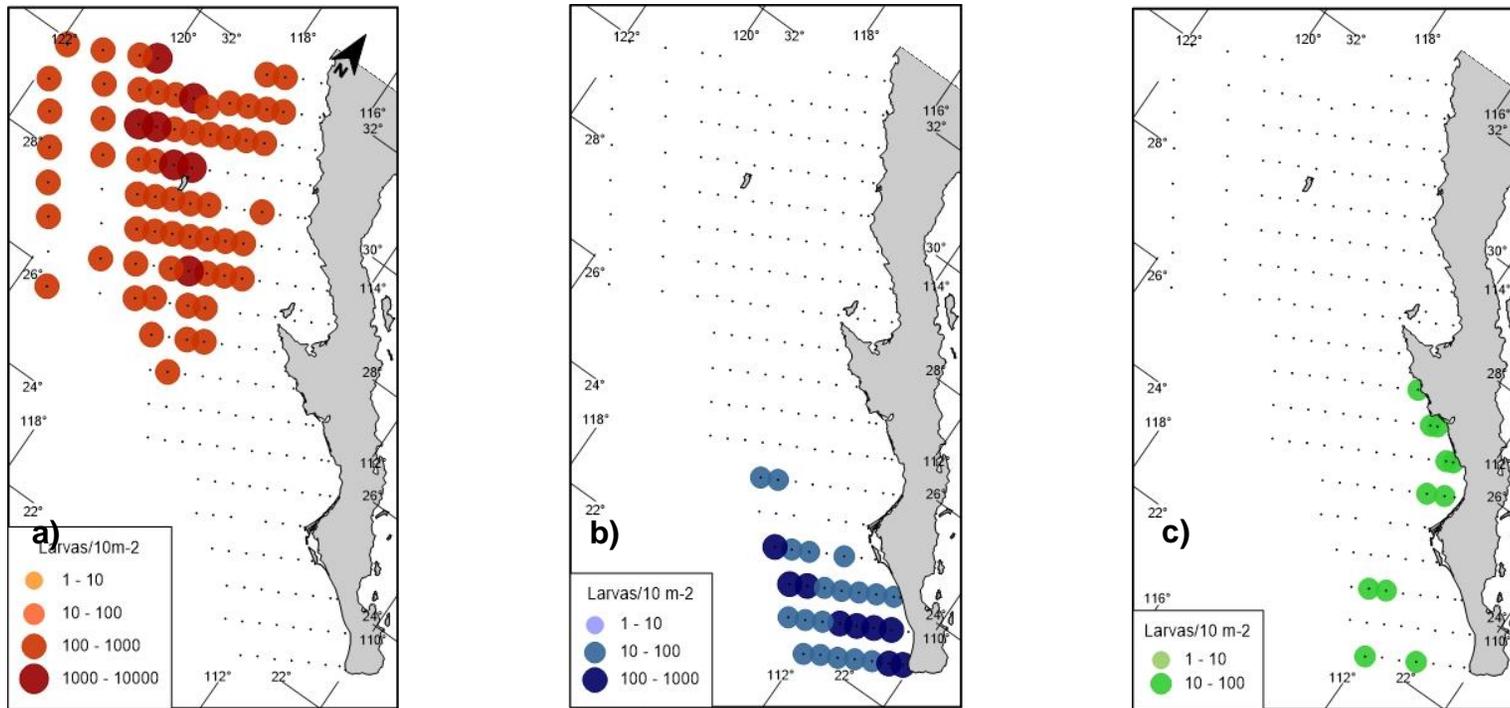


Figura 31.- Distribución de los grupos GMO1 (a), GMO2 (b) y GCO1 (c). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

El dendrograma obtenido para la región norte de Punta Eugenia durante el otoño de 2015, mostró una segregación al 20.8% de las especies con hábitats asociados a la costa como por ejemplo *C. punctipinnis*, *Lepophidium negropinna* y *S. lucioceps* con respecto a los *taxa* meso y batipelágicos (Fig. 32; Anexo 2 y 4).

Se formaron tres grupos a un nivel de corte $\geq 60\%$, su composición y distribución se describen a continuación:

Grupo Mesopelágicos Otoño Norte 1 (GMON1): formado por los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus* de afinidad tropical, así como *T. mexicanus*, *C. signata*, *C. acclinidens* y *C. townsendi* de afinidad transicional, además de *B. wesethi* y *P. crockeri* de afinidad templada. La distribución del grupo quedo delimitada principalmente a la zona oceánica al norte de Punta Eugenia (Fig. 32 y 33 a).

Grupo Mesopelágicos Otoño Norte 2 (GMON2): compuesta por el mesopelágico *Symbolophorus californiensis* de afinidad templada y el batipelágico *Oneirodes* sp 2 de afinidad transicional. La distribución del grupo comprendió las estaciones oceánicas alrededor de la línea 110 del plan de muestreo, que se encuentra frente a Ensenada (Fig. 27 y 28 b).

Grupo Costeros Otoño Norte 1 (GCON1): integrado por el demersal somero *L. negropinna* de afinidad tropical y la especie arrecifal *S. lucioceps* de afinidad transicional, cuya distribución comprendió las inmediaciones y el interior de la Bahía Sebastián Vizcaíno (Fig. 32 y 33 c).

Otoño 2015 (Región Norte)

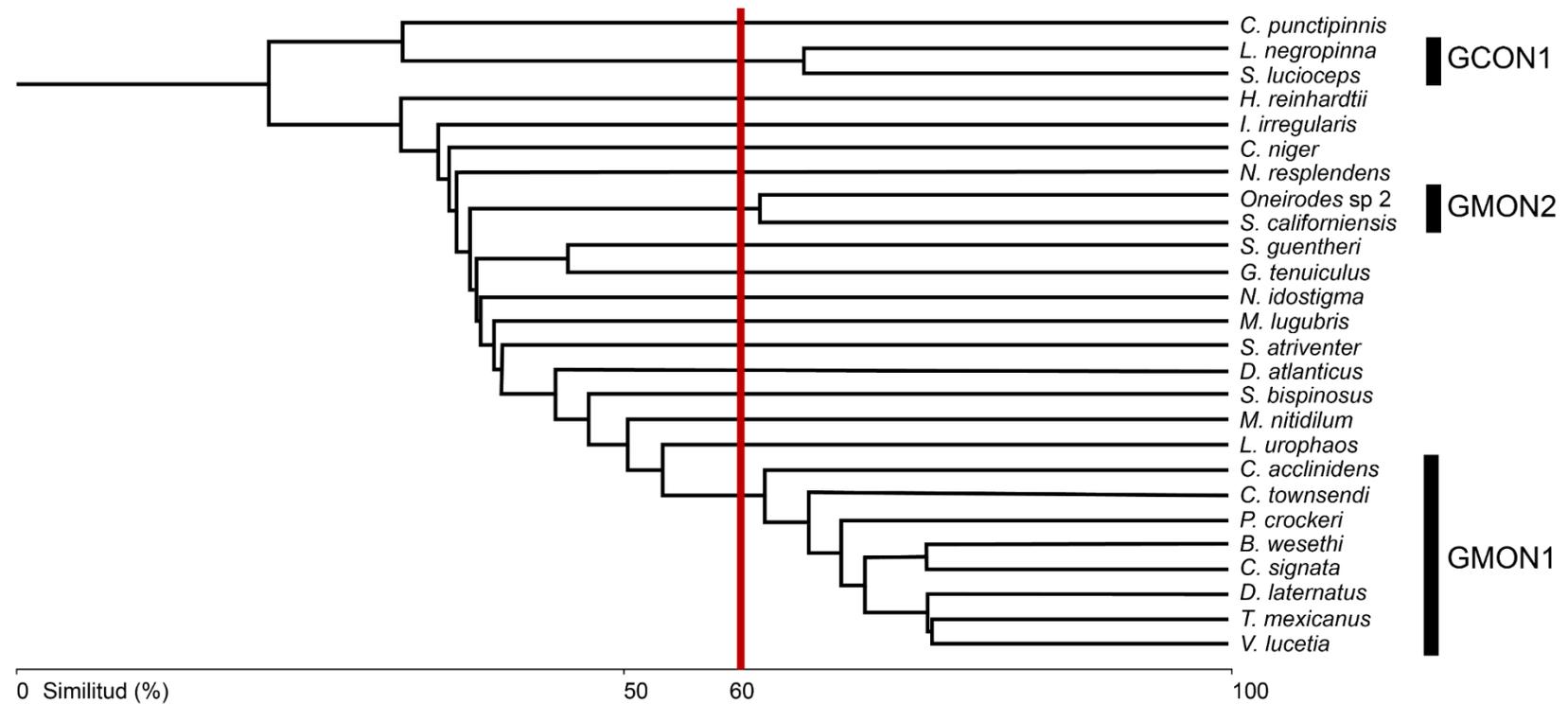


Figura 32.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces de la región norte de la Península de Baja California para otoño de 2015. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 60% (color rojo).

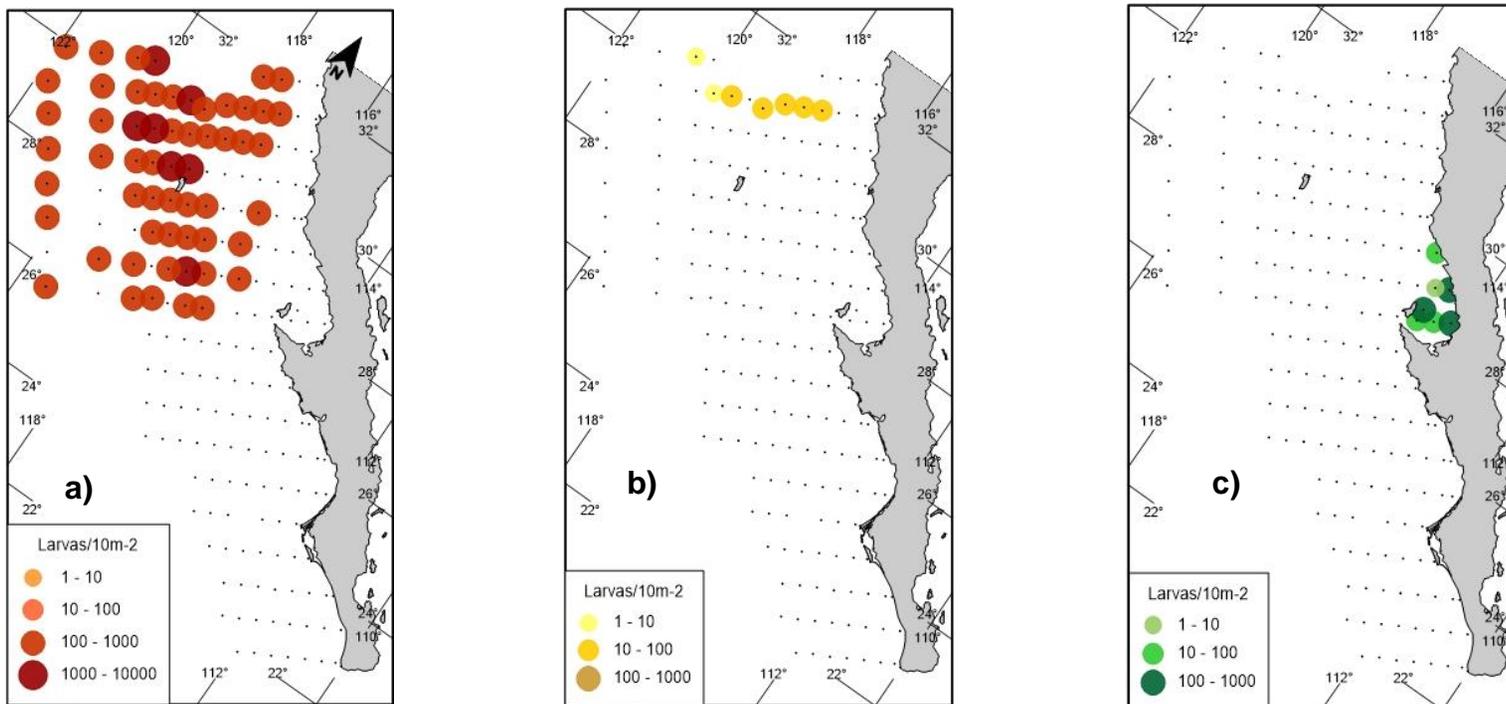


Figura 33.- Distribución de los grupos GMON1 (a), GMON2 (b) y GCON1 (c) en la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

El dendrograma obtenido para la región al sur de Punta Eugenia durante el otoño de 2015, denotó a un nivel del 36.7% la segregación de las especies de hábitats asociados a la costa y el componente mesopelágico (Fig. 34; Anexo 2 y 4). A una similitud $\geq 50\%$ se observa la formación dos grupos cuya composición y distribución se describen a continuación:

Grupo Mixto Otoño Sur 1 (GMOS1): integrado por los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus*, *L. neles*, *N. idostigma*, *H. atratum*, *B. filifer*, *D. pacificus*, *H. reinhardtii*, *Diplophos proximus*, así como los pelágicos *C. pauciradiatus* y *Bregmaceros* sp 1 de afinidad tropical-subtropical. Con distribución principalmente oceánica frente a Bahía Magdalena y Cabo San Lucas, así como dos estaciones oceánicas paralelas al Golfo de Ulloa (Fig. 34 y 35 a).

Grupo Costeros Otoño Sur 1 (GCOS1): compuesto por las especies principalmente de especies de afinidad tropical-subtropical tales como *Serranus* sp1, *Apogon retrosella*, *Bothus leopardinus*, así como los *taxa* transicionales *P. stephanophrys*, *S. lucioceps* y la especie *H. semicinctus* de afinidad templada. Su distribución fue en el Golfo de Ulloa y algunas estaciones adyacentes a Bahía Magdalena (Fig. 34 y 35 b).

Otoño 2015 (Región Sur)

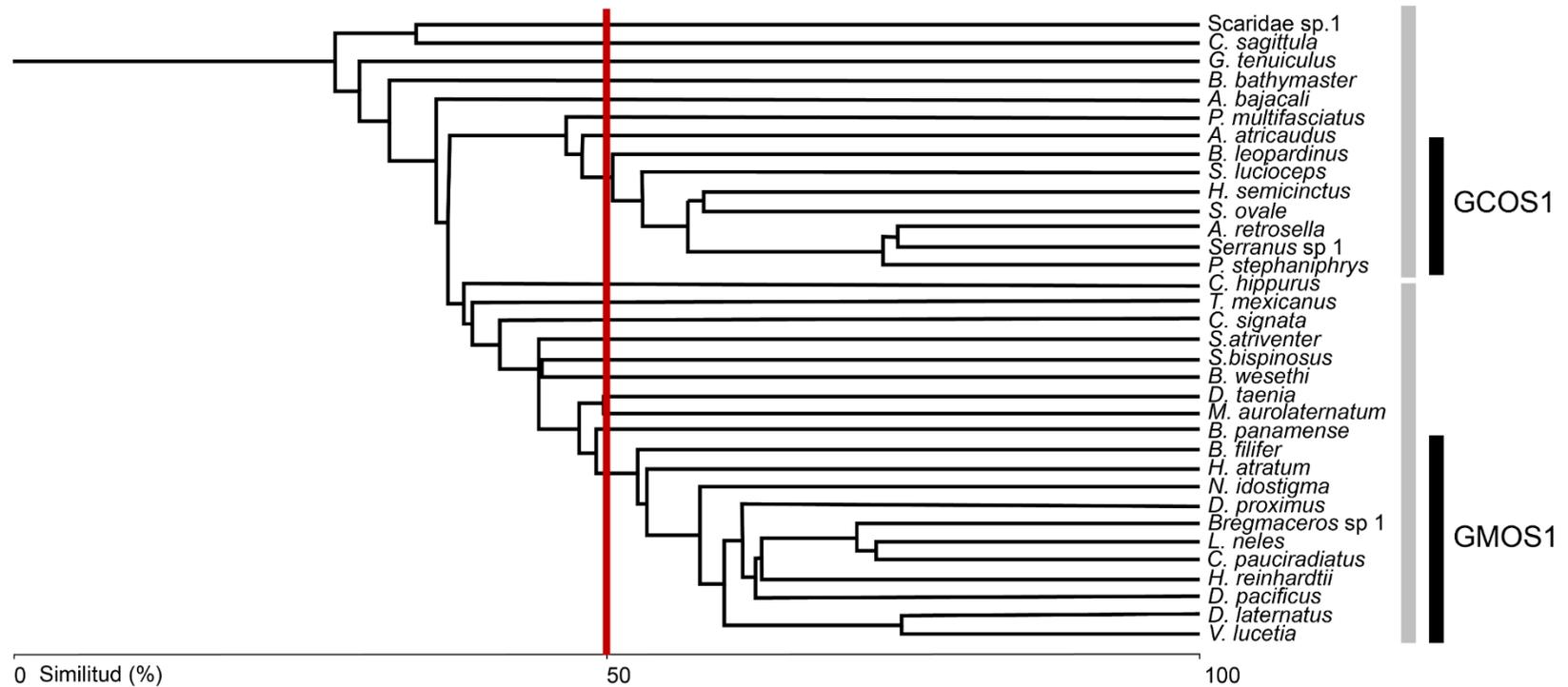


Figura 34.- Dendrograma de los grupos de larvas de peces de la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015). Las barras grises indican la separación de las especies mesopelágicas del componente mayoritariamente costero. Las barras negras indican los grupos al nivel de corte del 50% (color rojo).

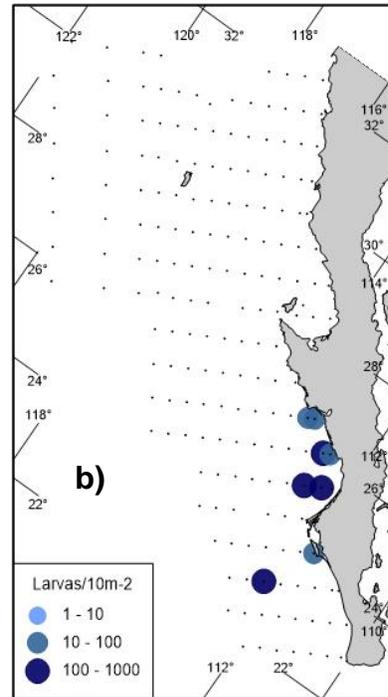
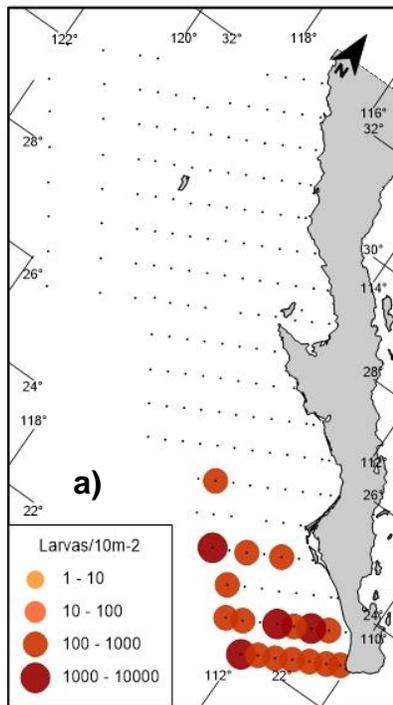


Figura 35.- Distribución de los grupos GMOS1 (a) y GCOS1 (b) en la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

8.4. Relación de las variables ambientales y las asociaciones de larvas de peces

Para el periodo de verano de 2014, el Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) explicó el 18.3% del total de la varianza en los primeros dos ejes, con un coeficiente de correlación de Pearson de $r= 0.7$, lo que indicó una correlación positiva entre las estaciones de muestreo, las especies de larvas de peces y las variables ambientales consideradas (Tabla 4).

El eje uno contribuyó con el 11.8% de la varianza explicada y presentó un eigenvalor de 0.27. Las variables temperatura (TSM) y salinidad superficial del mar (SSM), así como el volumen zooplanctónico (VZ) registraron correlación positiva entre las especies y las estaciones de muestreo, con un valor de $r= 0.8$ para las dos primeras variables y de $r= 0.7$ para la última. El eje dos contribuyó con el 6.5% de la varianza explicada y registró un eigenvalor de 0.14. La variable Clorofila-a (Cl-a) se correlacionó positivamente con las especies y las estaciones con $r= 0.8$ (Tabla 4).

Tabla 4.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

Estadístico	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigen valor	0.270	0.148	0.050
Varianza explicada (%)	11.8	6.5	2.2
Varianza acumulada (%)	11.8	18.3	20.5
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.806	0.703	0.491

Valores de correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura superficial del mar (TSM)	0.805	-0.546	0.232
Salinidad Superficial del Mar (SSM)	0.819	-0.388	-0.023
Volumen Zooplanctónico (VZ)	0.659	0.486	-0.438
Concentración de Clorofila-a (Cl-a)	0.118	0.796	0.571

El diagrama de dispersión del ACC para verano de 2014 denotó la agregación hacia el extremo derecho de las especies mesopelágicas de amplia distribución en el área de estudio o con predominancia al norte de Punta Eugenia. También se observó que

las especies con hábitats asociado a la costa se concentraron hacia el extremo opuesto (Fig. 36).

La localización hacia el centro del diagrama de dispersión de las especies mesopelágicas que conformaron el Grupo Mesopelágicos Verano 1 (GMV1) tales como *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus*, *P. crockeri*, *B. wesethi*, *C. townsendi*, *L. urophaos*, *N. resplendens*, *C. signata* y *C. acclinidens*, destacó su amplia distribución a lo largo del área de estudio (Fig. 36, Anexo 3). Los *taxa* de hábitats asociados a la costa pertenecientes al Grupo Costeros Verano 1 (GCV1) tales como *C. punctipinnis*, *C. stigmaeus* y *S. sagax* se relacionaron con valores de TSM y SSM bajos, pero con concentraciones de Cl-a y VZ altas. Su distribución se concentró principalmente hacia las estaciones costeras al norte de Punta Eugenia (Fig. 31; Anexo 3).

Por otro lado, las especies *P. stephanophrys* y *Auxis* spp del Grupo Costeros Verano 2 (GCV2) estuvieron relacionadas a valores de TSM, SSM y VZ altos. Su distribución se restringió principalmente a las inmediaciones del Golfo de Ulloa (Fig. 36; Anexo 3).

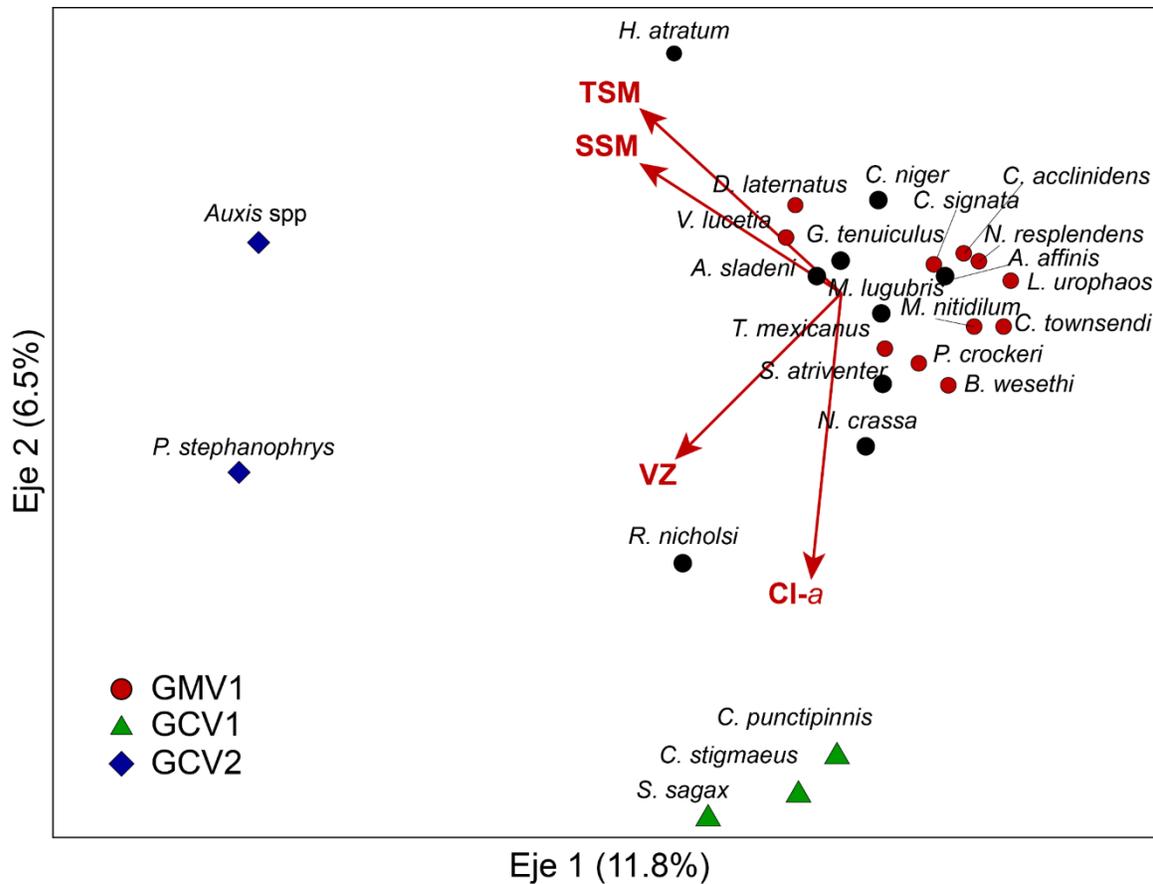


Figura 36.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zoopláctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

El ACC obtenido para la región al Norte de Punta Eugenia explicó el 17.2% de la varianza total en los dos primeros ejes, con un coeficiente de correlación de Pearson de $r=0.6$ indicando la correlación positiva de las especies y las variables ambientales (Tabla 5).

En este caso el primer eje explicó casi el 13% de la varianza y presentó un eigenvalor de 0.19. La variable Cl-a registró correlación positiva alcanzando el valor de $r= 0.68$. El eje dos sólo contribuyó con el 4.4% y presentó un eigenvalor relativamente bajo de 0.064, registrando el VZ correlación negativa de $r=-0.765$ (Tabla 5).

Tabla 5.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

Estadístico	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigen valor	0.19	0.064	0.04
Varianza explicada (%)	12.9	4.4	2.7
Varianza acumulada (%)	12.9	17.2	20
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.718	0.633	0.692

Valores de Correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura superficial del mar (TSM)	-0.129	-0.317	-0.929
Salinidad Superficial del Mar (SSM)	0.012	-0.207	-0.565
Volumen Zooplanctónico (VZ)	0.408	-0.765	0.494
Concentración de Clorofila-a (Cl-a)	0.948	0.303	0.096

El diagrama de dispersión para la región norte reflejó el agrupamiento de las especies de hábitats asociados a la costa en el extremo izquierdo y su asociación con valores de Cl-a altos, principalmente aquellas que componen el Grupo Costeros Verano Norte 1 (GCVN1). Los *taxa* que integraron el Grupo Mesopelágicos Verano Norte 1 (GMVN1) no denotaron un patrón claro con respecto a las variables utilizadas. Sin embargo, la distribución de algunos *taxa* pareció estar ligada a concentraciones de VZ altas (Fig. 37).

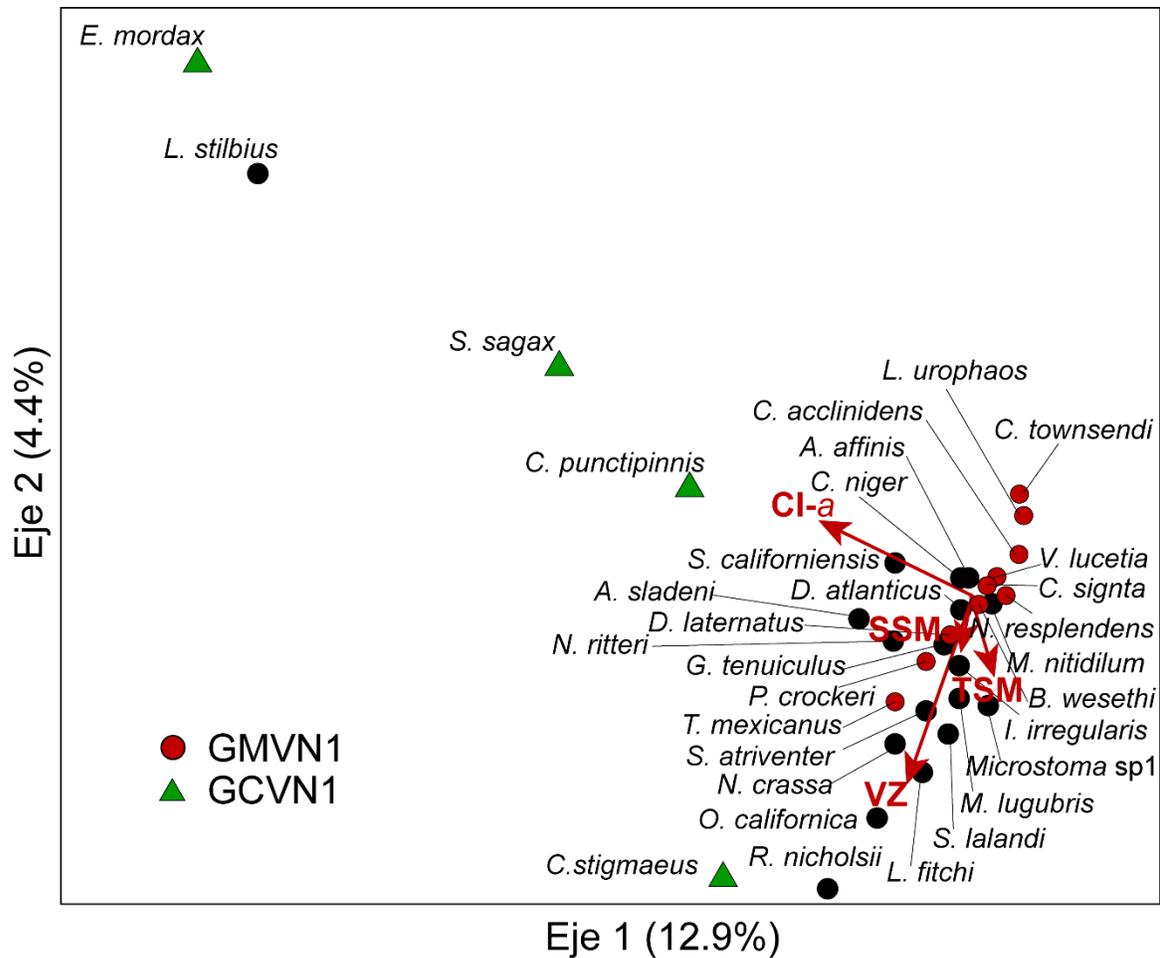


Figura 37.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (CI-a). Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

El ACC para la región sur explicó el 15.2% de la varianza en los dos primeros ejes, con el coeficiente de Pearson de $r= 0.6$, indicando la correlación positiva entre las especies y las variables ambientales (Tabla 6).

El eje uno aportó el 12.6% de la varianza explicada con un eigenvalor de 0.4, siendo el VZ la variable que mejor se correlacionó con un valor de 0.9. El eje dos sólo aportó el 2.6% con el eigenvalor de 0.08, presentando las variables físicas TSM y SSM correlación negativa, así como valores de $r= 0.9$ y 0.6 respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

Estadísticos	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigen valor	0.404	0.083	0.055
Varianza explicada (%)	12.6	2.6	1.7
Varianza acumulada (%)	12.6	15.2	16.9
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.747	0.557	0.406

Valores de correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura superficial del mar (TSM)	0.244	-0.945	0.216
Salinidad Superficial del Mar (SSM)	0.563	-0.635	0.528
Volumen Zooplanctónico (VZ)	0.953	-0.020	-0.298
Concentración de Clorofila-a (Cla)	0.295	0.258	-0.154

El diagrama de dispersión para la región sur muestra al igual que el análisis clúster la separación del componente costero y mesopelágico hacia ambos extremos del gráfico. Los *taxa* que conformaron los Grupos Corteros Verano Sur 1 y 2 se asociaron con concentraciones de VZ altas registradas hacia la costa donde predominaron valores de TSM y SSM altos. Los mesopelágicos *V. lucetia* y *D. laternatus* del Grupo Mesopelágicos Verano Sur 1 (GMVS1) reflejaron una amplia distribución al sur del área de estudio, mientras que *T. mexicanus* se relacionó con valores de TSM y SSM bajos (Fig. 38).

En contraste, los *taxa* *A. sladeni* y *P. crockeri* del Grupo Mesopelágicos Verano Sur 2 (GMVS2) se relacionaron con valores de TSM y SSM bajos, distribuyéndose en la zona oceánica frente a Punta Eugenia (Fig. 38).

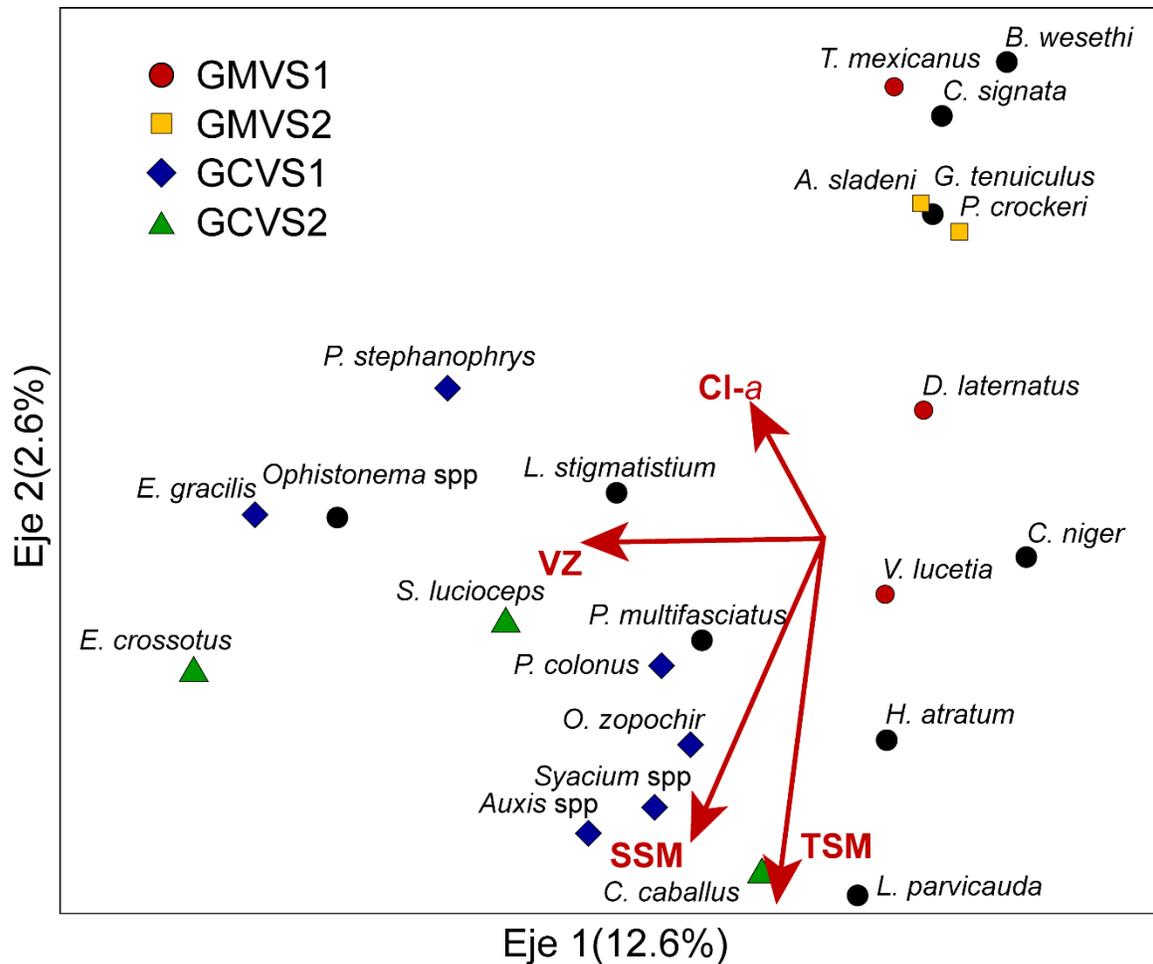


Figura 38.- Diagrama de dispersión por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplantónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (verano 2014).

Para el otoño de 2015, el Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) explicó el mayor porcentaje de la varianza para los dos primeros ejes con respecto a la temporada anterior (23.3%). Se continuó manteniendo una correlación positiva ($r=0.7$) entre las especies y las variables ambientales (Tabla 7).

El primer eje contribuyó con el 15% de la varianza explicada y presentó eigenvalor de 0.352. Las variables TSM y SSM registraron alta correlación con respecto a las especies ($r \geq 0.9$). El segundo eje aportó el 8.2% con un eigenvalor de 0.193. El VZ mostró correlación negativa con relación a las especies ($r=-0.9$; Tabla 7).

Tabla 7.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la costa occidental de la Península de Baja California (otoño de 2015).

Estadístico	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigen valor	0.352	0.193	0.057
Varianza explicada (%)	15	8.2	2.4
Varianza acumulada (%)	15	23.3	25.7
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.896	0.715	0.521
Correlación de Kendall (especies-ambiente)	0.660	0.354	0.392

Valores de correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura superficial del mar (TSM)	0.972	0.221	0.069
Salinidad Superficial del Mar (SSM)	0.929	0.073	-0.357
Volumen Zooplanctónico (VZ)	0.229	-0.942	0.241
Concentración de Clorofila-a (Cl-a)	0.081	-0.347	-0.193

El diagrama de dispersión obtenido a través del ACC para el otoño de 2015 reafirmó a predominancia del componente mesopelágico durante esta temporada del año, además de que reveló la separación del componente costero hacia el extremo izquierdo del grafico del componente mesopelágico distribuido en el extremo superior (Fig. 39).

Los taxa *T. mexicanus*, *C. signata*, *B. wesethi*, *P. crockeri*, *C. townsendi*, *C. acclinidens* y *L. urophaos* del Grupo Mesopelágicos Otoño 1 (GMO1) se asociaron con valores de TSM y SSM bajos al norte de Punta Eugenia. Mientras que los mesopelágicos *V. lucetia* y *D. laternatus* denotaron su amplia distribución en el área de estudio (Fig. 34). Contrario a lo anterior, las especies *D. pacificus*, *C. pauciradiatus*, *L. neles*, *Bregmaceros* sp 1 e *H. reinhardtii* del Grupo Mesopelágicos Otoño 2 (GMO2) se relacionaron con valores de TSM y SSM altos al sur del área de estudio (Fig. 39).

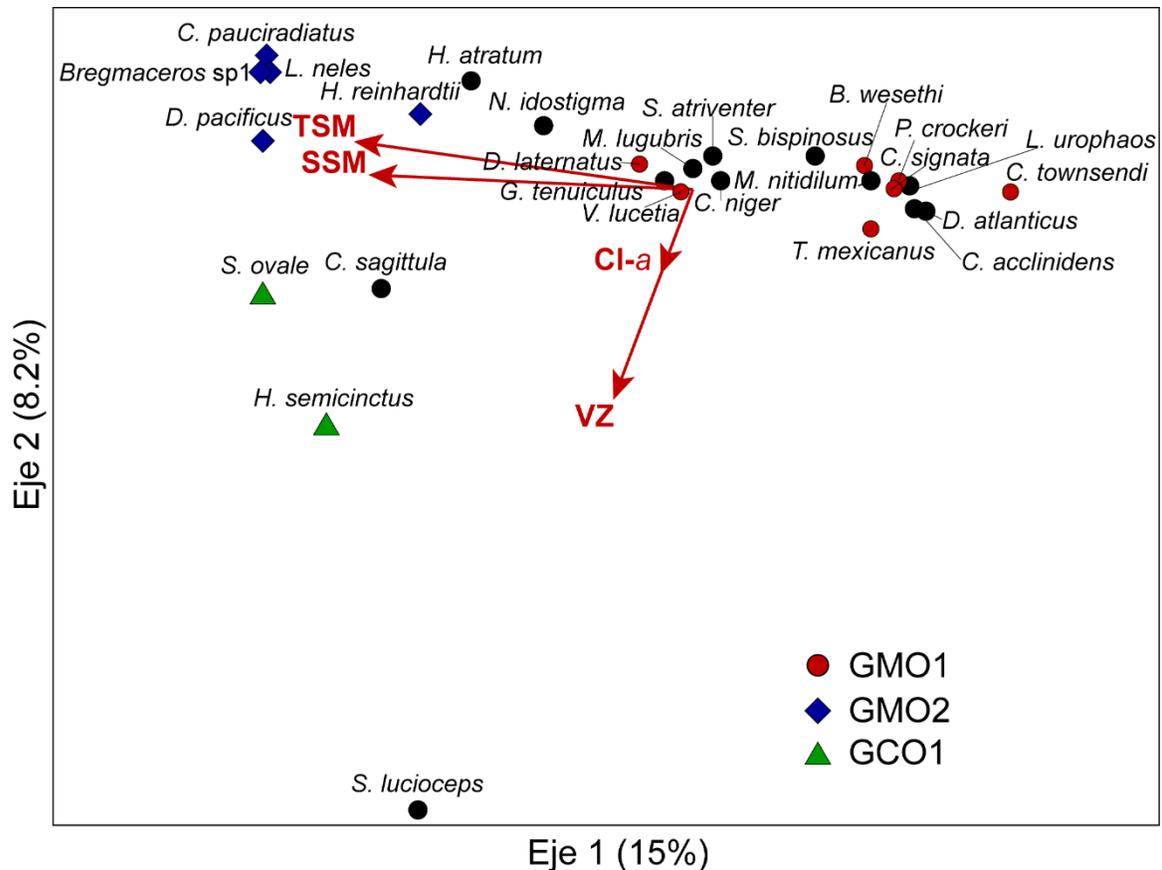


Figura 39.- Diagrama de dispersión por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanktónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

En ACC para la región norte para el otoño de 2015 explicó un mayor porcentaje de la varianza en los primeros dos ejes (32.5%), con el coeficiente de correlación de Pearson de $r=0.57$ (Tabla 8).

El eje uno fue el que mayor contribuyó con el 23.7% de la varianza explicada y eigenvalor 0.65. La variable VZ registró correlación negativa con valor de $r=-0.989$. El eje dos tan sólo aportó el 4.7% del total y presentó un eigenvalor de 0.109. La variable Cla registró una correlación negativa de $r=-0.910$ con respecto a este eje. La TSM y SSM mostraron correlación negativa con el tercer eje con valores de $r=-0.954$ y -0.899 respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

Estadístico	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigen valor	0.653	0.109	0.081
Varianza explicada (%)	27.8	4.7	3.5
Varianza acumulada (%)	27.8	32.5	35.9
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.869	0.575	0.622

Valores de correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura superficial del mar (TSM)	-0.249	0.072	-0.954
Salinidad Superficial del Mar (SSM)	-0.173	0.011	-0.899
Volumen Zooplanctónico (VZ)	-0.989	-0.031	0.122
Concentración de Clorofila-a (Cl-a)	-0.408	-0.910	-0.075

El diagrama de dispersión obtenido a través del ACC para la región norte muestra la segregación del componente costero en el extremo izquierdo y de los *taxa* mesopelágicos en la fracción derecha del gráfico (Fig. 40).

Las especies *S. lucioceps* y *L. negropinna* del Grupo Costero Otoño Norte 1 (GCON1) se asociaron con valores de Cl-a y VZ altos registrados principalmente en la zona costera en Bahía Sebastián Vizcaíno. En contraste, los *taxa* *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus*, *C. signata*, *B. wesethi*, *P. crockeri*, *C. townsendi* y *C. acclinidens* del Grupo Mesopelágicos Otoño Norte 1 (GMON1), así como las especies *S. californiensis* y *Oneirodes* sp 2 del Grupo Mesopelágicos Otoño Norte 2 (GMON2) no mostraron un patrón definido respecto a las variables consideradas (Fig. 40).

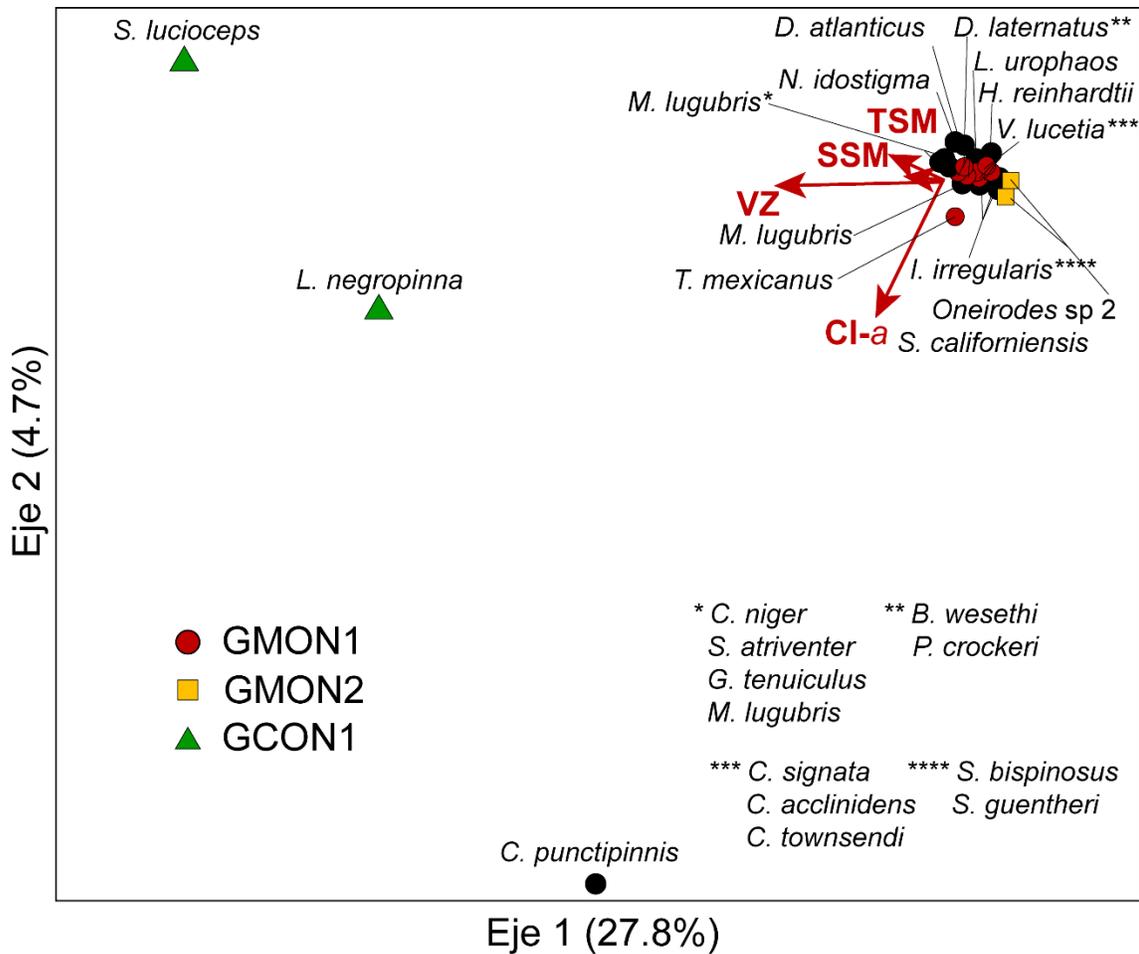


Figura 40.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zooplanctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región norte de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño de 2015).

El ACC de la región sur para el otoño de 2015, explicó el 16.5% del total de la varianza en los dos primeros ejes con el coeficiente de correlación de Pearson de $r=0.7$ (Tabla 9).

En este caso el eje uno explicó alrededor del 12% de la varianza con eigenvalor de 0.306, siendo el VZ la única variable que tuvo la correlación significativa positiva de $r=0.907$. El eje dos sólo explicó el 4.6% del total de la varianza y presentó un eigenvalor de 0.116. La TSM presentó la correlación positiva con $r=0.702$, mientras que la Cl-a mostró correlación negativa de $r=-0.555$ (Tabla 9).

Tabla 9.- Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para la región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

Estadístico	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigen valor	0.306	0.116	0.070
Varianza explicada (%)	11.9	4.6	2.7
Varianza acumulada (%)	11.9	16.5	19.2
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.721	0.699	0.619

Valores de correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura superficial del mar (TSM)	-0.253	0.702	-0.512
Salinidad Superficial del Mar (SSM)	0.480	0.341	-0.739
Volumen Zooplanctónico (VZ)	0.907	0.149	0.160
Concentración de Clorofila-a (Cl-a)	0.448	-0.555	-0.545

El diagrama de dispersión obtenido a través del ACC para la región sur continuó mostrando la separación entre las especies mesopelágicas en el extremo izquierdo del gráfico y costeras en la fracción derecha (Fig. 41).

Las especies del Grupo Mixto Otoño Sur 1 que incorpora a los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus*, *D. pacificus*, *H. reinhardtii*, *L. neles*, *D. próximos* y *N. idostigma*, *H. atratum* y *B. filifer*, así como al pelágico oceánico *C. pauciradiatus* y al pelágico costero *Bregmaceros* sp 1, reflejaron una amplia distribución en la porción sur del área de estudio (Fig. 41).

Los *taxa* de hábitat asociados a la costa tales como *P. stephanophrys*, *Serranus* sp 1, *A. retrosella*, *S. ovale*, *H. semicinctus* y *S. lucioiceps* del Grupo Costeros Otoño Sur 1 (GCOS1) se relacionaron con valores de Cl-a y VZ altos en las inmediaciones del Golfo de Ulloa y Bahía Magdalena (Fig. 41).

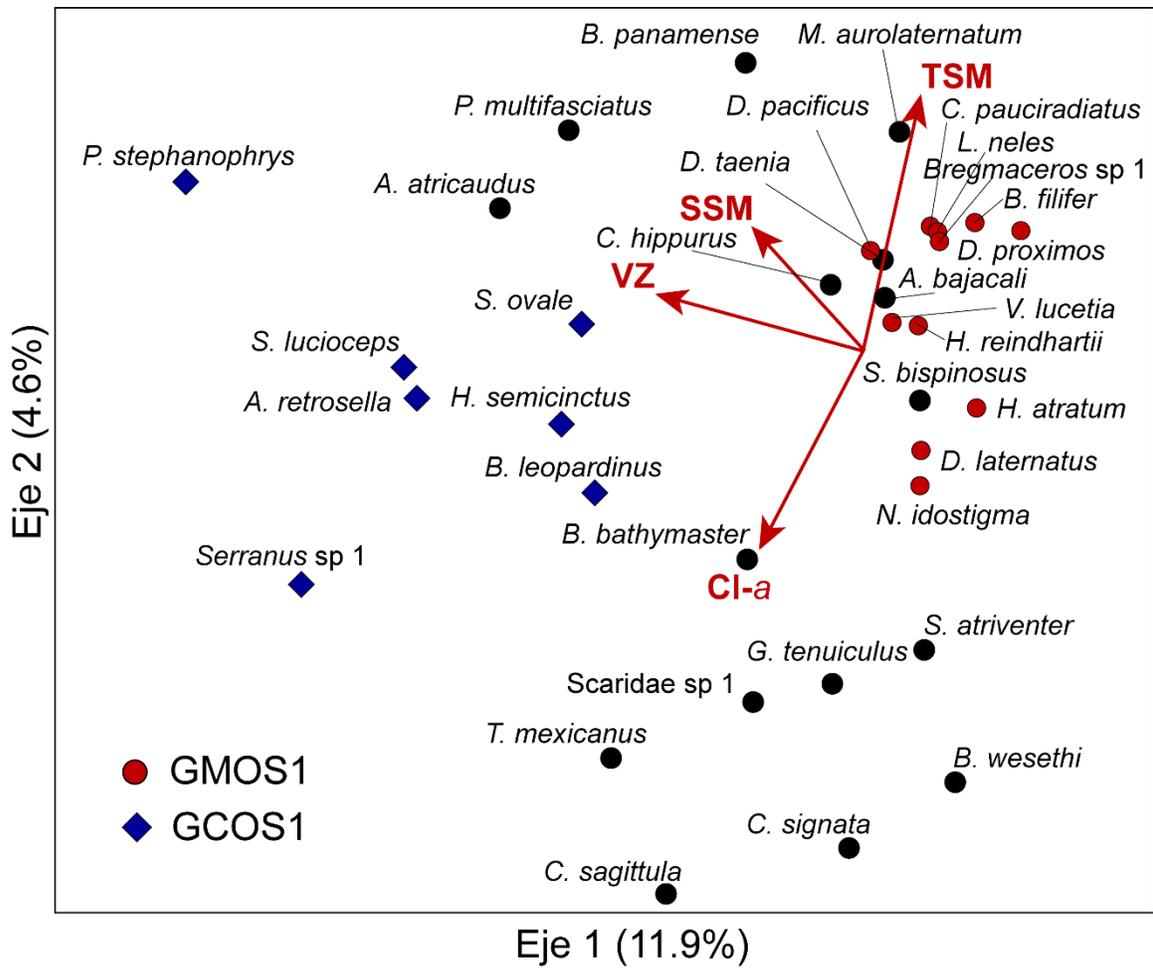


Figura 41.- Diagrama de dispersión del ACC por especies de larvas de peces. Temperatura (TSM), salinidad (SSM), volumen zoopláctónico (VZ) y clorofila-a (Cl-a). Región sur de la costa occidental de la Península de Baja California (otoño 2015).

9. Discusión

9.1. Condiciones ambientales

La COPBC representa el límite sureño del SCC, uno de los grandes ecosistemas de borde oriental (Bakun y Nelson, 1991; Carr y Kears, 2003). Está caracterizada por su alta productividad biológica debido a las surgencias estacionales impulsadas por el viento y el flujo de la CC (Zaytzev *et al.*, 2003; Castro y Martínez, 2010; Durazo *et al.*, 2010; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010; McClatchie, 2014; Durazo, 2015). Adicionalmente, es considerada un área transicional donde convergen diferentes masas de agua y complejos faunísticos de los dominios templado y subtropical (Brinton, 1962; Loeb *et al.*, 1983 a-b; Lynn y Simpson, 1987; Moser *et al.*, 1987).

Las condiciones ambientales registradas para verano de 2014 frente COPBC, al igual que en estudios anteriores evidenciaron la presencia de dos regiones con características hidrográficas distintas separadas alrededor de los 28° LN, latitud donde se localiza Punta Eugenia (Durazo y Baumgartner, 2002; Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006; Durazo, 2009; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015). La región norte se distinguió por la predominancia del ASA que es transportada en la capa superior del océano hacia el ecuador por la CC (Lynn y Simpson, 1987; Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015). Los valores de temperatura y salinidad superficial que variaron entre los 17.5-22 °C y 33.4-34, fueron ligeramente más altos respecto al promedio climatológico estacional que oscila entre los 17-20 °C y 33.4-33.6 (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015). La pendiente positiva de las isotermas e isohalinas hacia la costa entre Ensenada y Bahía Vizcaíno, denotaron la presencia de eventos de surgencia característicos para la región, mismos que han sido atribuidos a la influencia de los vientos del noroeste que circulan paralelos a la costa y a la topografía del área (Parés-Sierra *et al.*, 1997; Zaytzev *et al.*, 2003; Castro y Martínez, 2010; Durazo, 2015). Una de las características contrastantes para esta región fueron las concentraciones de clorofila-a y volumen zooplanctónico que estuvieron por debajo de los valores promedio que llegan a alcanzar hasta 4 mg·m⁻³ y 1,450 ml·1,000 m⁻³ en la zona costera frente a Ensenada (Lluch-Belda, 2000; Espinosa-Carreón *et al.*, 2004; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010; Lavaniegos *et al.*, 2010). Sin embargo, las zonas de mayor concentración de clorofila-a y zooplancton estuvieron

asociadas a las de surgencia y coincidieron con las áreas de alta productividad biológica reportadas por diversos autores (Hernández-Rivas *et al.*, 2000; Lluch-Belda, 2000; Espinosa-Carreón *et al.*, 2004; Gaxiola Castro *et al.*, 2010). Adicionalmente, la mayor abundancia larval se registró principalmente en la zona oceánica donde regularmente confluye gran parte del componente mesopelágico (Moser & Ahlstrom, 1974; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2010 a-b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2011) y que adicionalmente coincidió con el periodo en el que gran parte de dichas especies registra un pico reproductivo máximo (Izquierdo-Peña, 2014; Bautista-Romero *et al.*, 2018), mostrando un patrón opuesto al reportado por Loeb *et al.* (1983 a) quienes durante 1975 (periodo dentro de la fase fría del régimen climático) encontraron la mayor abundancia larval en la costa debido a una alta ocurrencia de especies pelágico costeras y demersales (80-96%).

En contraste, la región sureña durante verano de 2014 registró anomalías de temperatura y salinidad en la capa de mezcla de hasta 5 °C y $\sim 0.7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ cerca de la costa (Leising *et al.*, 2015). Hidrográficamente se caracterizó por la presencia aguas más cálidas y saladas como el AStS y ATS provenientes de latitudes al sur de la península, así como del AESs que debido a una mayor densidad es transportada debajo de la superficie hacia el polo por la CCC, especialmente durante años El Niño (Lynn y Simpson, 1987; Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015). Los valores de temperatura y salinidad superficial que se encontraron entre los 24-30.5 °C y 34-34.6, fueron mayores a los promedios climatológicos reportados que van de los 20-23 °C y 33.6-34 (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015). Se detectaron surgencias costeras en áreas puntuales del Golfo de Ulloa y Bahía Magdalena, aunque la mayoría de las estaciones cercanas a la costa registraron una pendiente negativa de las isotermas en la capa superior de la columna de agua, lo que sugiere la presencia de una contracorriente costera superficial (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015). Aun cuando las concentraciones de clorofila-*a* y volumen zooplanctónico registran un decremento latitudinal, estas al igual que la región norte mantuvieron valores menores respecto a los valores promedio que llegan a alcanzar hasta $2.5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y $650 \text{ ml}\cdot 1,000 \text{ m}^{-3}$ en el interior del Golfo de Ulloa (Lluch-Belda, 2000; Espinosa-Carreón *et al.*, 2004; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010; Lavaniegos *et al.*,

2010). Sin embargo, su distribución continuó mostrando el mismo patrón longitudinal con los valores más altos en la costa, zona donde generalmente se desarrollan las surgencias y se concentra la mayor cantidad de nutrientes necesarios para el fitoplancton (Loeb *et al.*, 1983 a; Zaytzev *et al.*, 2003; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010).

De manera general las variables ambientales analizadas para el verano de 2014 principalmente aquellas registradas en la región sur de la COPBC difirieron respecto al promedio climatológico establecido en la bibliografía (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2009; Durazo, 2015; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010). Sin embargo, este comportamiento puede ser explicados por las condiciones de calentamiento atípicas originadas por la influencia de la ola cálida del Pacífico Norte (Bond *et al.*, 2015; Kintish, 2015; Peterson *et al.*, 2015, Di Lorenzo y Mantua, 2016).

Dichas condiciones de calentamiento coincidieron con anomalías positivas de temperatura a lo largo de la COPBC y el incremento de profundidad (80-90 m) de la CC, así como anomalías de salinidad ligeramente positivas en los primeros 50 m de la capa superficial y negativas entre los 50 y 300 m de profundidad aparentemente relacionadas al hundimiento de la CC. Al sur de Punta Eugenia se destacó la advección de aguas cálidas y salinas de origen tropical y subtropical relacionadas con la presencia de un flujo costero hacia el polo, característico durante años El Niño (Lynn y Simpson, 1987; Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015; Durazo *et al.*, 2017). En tanto las bajas concentraciones de clorofila-a y volumen zooplanctónico fueron coincidentes con la tendencia decreciente para estas dos variables identificada por diversos autores a lo largo del Pacífico Nororiental (Leising *et al.*, 2015; Cavole *et al.*, 2016; McClatchie *et al.*, 2016). Respecto al área de estudio, ambas variables biológicas estuvieron relacionadas con una mayor estratificación vertical de la columna de agua y el hundimiento de la capa de mezcla (~40 y 27 m en la zona oceánica y costera, respectivamente) y picnoclina (~30 m en la zona oceánica y costera), así como un reducido aporte de nutrientes hacia la superficie (Gómez-Ocampo *et al.*, 2017 a-b; Wells *et al.*, 2017).

Para el caso de otoño de 2015, aunque quedó enmarcado dentro del periodo de máxima influencia de la ola cálida del Pacífico Norte (Bond *et al.*, 2015; Kintish, 2015;

Peterson *et al.*, 2015, Di Lorenzo y Mantua, 2016; Durazo *et al.*, 2017) y dentro de la etapa de desarrollo de uno de los eventos El Niño más intensos del registro histórico (Varotsos *et al.*, 2016; Levine y McPhaden, 2016; Fiedler y Mantua, 2017; Fig. 42), la COPBC continuó presentando la diferenciación regional norte-sur delimitada por la prominencia costera de Punta Eugenia (Durazo y Baumgartner, 2002; Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006; Durazo, 2009; Durazo *et al.*, 2010; Durazo, 2015), aun cuando se detectó un hundimiento más pronunciado de la CC (~100 m) y se registraron anomalías positivas de temperatura de hasta 5 °C que cubrieron toda la capa superficial entre los 0 y los 300 de profundidad (Durazo *et al.*, 2017). En contraste, la salinidad continuó mostrando anomalías positivas en la capa superficial de la columna de agua, mientras que la distribución de anomalías negativas fue la misma respecto al año anterior, aunque con magnitudes mayores (>0.4) entre los 100 y 125 m de profundidad desde la costa hasta 250 km mar adentro (Durazo *et al.*, 2017). Las anomalías positivas de salinidad a nivel superficial difirieron con las anomalías negativas detectadas en las regiones norte y centro de California debido al fortalecimiento de la CC (McClatchie *et al.*, 2016; Durazo *et al.*, 2017). Sin embargo, la región norte registró un incremento de temperatura (21-25 °C) y salinidad (33.2-34) que contrastó significativamente con los valores obtenidos en la época anterior y con el promedio climatológico que va de 17-2 °C y 33.5-33.7 (Durazo, 2015). Se detectó además del predominio del ASA la presencia de ATr, así como una amplia dispersión de los datos en los diagramas T-S como la observada por Durazo y Baumgartner (2002) durante El Niño de 1997-1998. El incremento observado en ambas variables físicas así como la amplia dispersión de los datos para esta época podría ser el resultado del fortalecimiento de la contracorriente superficial detectada en verano de 2014 por Leising *et al.* (2015) y Durazo *et al.* (2017), que pudo haber contribuido a modificar las condiciones hidrográficas observadas a través de la advección hacia el norte de aguas tropicales-subtropicales que regularmente se encuentran al sur (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015; Durazo *et al.*, 2017; McClatchie *et al.*, 2016; Durazo *et al.*, 2017). Condición que también podría ser apoyada por la expansión de la distribución de la langostilla *Pleuoncodes planipes* hacia el norte de Punta Eugenia, especie asociada a condiciones de calentamiento del ecosistema pelágico

usualmente durante eventos El Niño (Lluch-Belda *et al.*, 2005; Leising *et al.*, 2015; McClatchie *et al.*, 2016).

**Índice Multivariado del ENSO (MEI)
para los eventos El Niño más intensos desde 1950 a 2017**

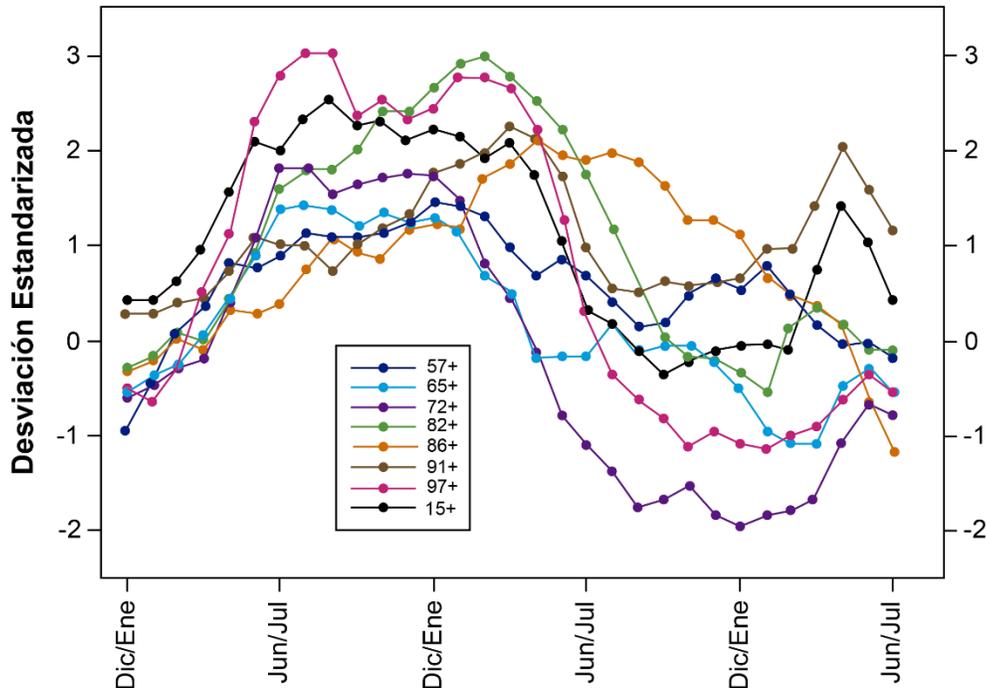


Figura 42.- Índice multivariado de El Niño Oscilación del Sur (ENSO). (Modificado de: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>).

La región al sur de Punta Eugenia durante otoño de 2015 continuó registrando valores de temperatura y salinidad superficial (24.5-28.5 °C y 34-34.6) por encima del promedio climatológico (20-23 °C y 33.6-34.2), pero con un menor intervalo respecto al verano de 2014 (Durazo, 2015). Las masas de agua predominantes fueron el AStS proveniente del oeste-suroeste de la península, así como el ATr que refleja una fuerte interacción y mezcla de masas de agua y el AESs que es transportada por la CCC a nivel subsuperficial (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015). Las isotermas e isohalinas mantuvieron una pendiente negativa hacia la costa en la mayoría de las estaciones, lo cual evidencia un mecanismo de supresión de las surgencias costeras que regularmente ocurren alrededor de Punta Eugenia y Bahía Magdalena en esta época del año (Durazo y Baumgartner, 2002; Zaytzev *et al.*, 2003; 2014; Durazo, 2015; De la Cruz-Orozco *et al.*, 2017), además de que apoya la presencia y el fortalecimiento

de la contracorriente costera superficial hacia el polo (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2015; Durazo *et al.*, 2017).

En general, durante el otoño de 2015 los valores de las variables biológicas registradas a lo largo de la COPBC continuaron disminuyendo, correspondiendo la tendencia negativa de los volúmenes de zooplancton con una baja abundancia de organismos gelatinosos, copépodos y eufáusidos (Leising *et al.*, 2015; McClatchie *et al.*, 2016; Wells *et al.*, 2017). Dichos resultados, difirieron respecto a los altos volúmenes zooplanctónicos y al incremento en la abundancia de las salpas registrado durante el evento El Niño de 1997-1998 (Lavaniegos *et al.*, 2002; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2007; 2010 a-b; Lavaniegos *et al.*, 2015). Dentro de las coincidencias detectadas durante los eventos El Niño 2015-2016 y 1997-1998 destacan las anomalías positivas de la abundancia de quetognatos, así como las anomalías negativas de la abundancia de copépodos que podrían ser explicadas por un suministro poco favorable de alimento (Lavaniegos *et al.*, 2002; Cavole *et al.*, 2016; Wells *et al.*, 2017). Por otro lado, las concentraciones de clorofila-*a* continuaron descendiendo para esta época coincidiendo con una mayor estratificación de la columna de agua, además de la profundización de la capa de mezcla y picnoclina, así como con cambios en la comunidad fitoplanctónica reportados para el SCC por De la Cruz-Orozco *et al.* (2017) y Gómez-Ocampo *et al.* (2017 a- b), quienes además destacaron que la región sur del SCC fue menos afectada que las regiones norte y centro durante el periodo de 2013-2016.

De acuerdo con la caracterización ambiental reportada para la región por diversos autores (Lynn y Simpson, 1987; Durazo y Baumgartner, 2002; Zaytzev *et al.*, 2003; Espinosa-Carreón *et al.*, 2004; Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010; Lavaniegos *et al.*, 2010; Durazo, 2015) y los datos ambientales registrados en el presente trabajo, fue posible identificar para verano de 2014 cambios importantes en las condiciones hidrográficas de la COPBC resultado de la influencia de la ola cálida del Pacífico Norte (Bond *et al.*, 2015; Kintish, 2015; Peterson *et al.*, 2015, Di Lorenzo y Mantua, 2016), mismos que continuaron desarrollándose para otoño de 2015 durante la ocurrencia del evento El Niño 2015-2016 (Varotsos *et al.*, 2016; Levine y McPhaden, 2016; Fiedler y Mantua, 2017).

Complementario a lo anterior, es importante hacer notar que independientemente del periodo analizado, el área de estudio evidenció la diferenciación de dos regiones separadas por Punta Eugenia localizada a los 28° LN. Resultando dicha regionalización consistente con los resultados de separación provincial por hidrografía y productividad propuestas por diversos autores (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo, 2009; Durazo *et al.*, 2010; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010; Durazo, 2015; De la Cruz-Orozco *et al.*, 2017).

9.2. Estructura de la comunidad

A partir del análisis del ictioplancton de la porción sur del SCC durante el verano de 2014 y otoño de 2015, se identificaron un total de 403 *taxa* que constituyen el 68.7% del total de especies de larvas de peces identificadas por Moser (1996) durante el periodo comprendido entre 1951 y 1994, para una extensa región de la CC que comprende más de un millón de km² desde California E.U.A. hasta Cabo San Lucas B.C.S., México.

El número de *taxa* obtenidos en el presente trabajo también es contrastante al compararse con otros estudios realizados durante periodos de tiempo más amplios. Por ejemplo, Aceves-Medina (2003) identificó 241 *taxa* durante el periodo de 1983-1987 para la región que cubre desde Cabo Blanco hasta el sur de Bahía Magdalena. Jiménez-Rosenberg *et al.* (2010 a-b) reportaron para el periodo de 1997-2000 un total de 265 *taxa* presentes desde Ensenada hasta el norte de Bahía Magdalena. Por Su parte, Urías-Leyva (2011) registró un total de 166 *taxa* para las regiones norte y centro de la península de Baja California, durante cuatro cruceros efectuados en abril y octubre del periodo comprendido entre 2002-2003.

Cabe señalar que el alto número de *taxa* registrados en el presente estudio podría explicarse en parte por la amplia cobertura espacial de muestreo, que además de comprender la Zona Económica Exclusiva integra estaciones al sur del Golfo de Ulloa que desde hace poco más de 50 años no habían sido ocupadas (Moser, 1996, Hewitt, 1998; Moser y Watson, 2006). Bajo este contexto, al extenderse el área de estudio fue posible incrementar el registro de especies que reflejan la alta complejidad faunística de la región (Moser *et al.*, 1987; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b). Adicionalmente, los periodos estacionales analizados representan las épocas del año en las que se registra un mayor número de especies a diferencia del invierno y la primavera (Loeb *et al.*, 1983 a-b; Aceves-Medina, 2003; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2010; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2010 a-b). Otro de los argumentos que también podría ayudar a explicar el elevado número de *taxa* identificados, es la variabilidad interanual influenciada por la sucesión de condiciones cálidas atípicas detectadas en verano de 2014 y el evento El Niño de 2015-2016, que modificaron las condiciones hidrográficas

en el área de estudio (Varotsos *et al.*, 2016; Levine y McPhaden, 2016; Durazo *et al.*, 2017; Fiedler y Mantua, 2017).

Al contrastar el número de *taxa* y la abundancia obtenidas en el presentes estudio respecto a eventos de calentamiento anteriores en la COPBC, se destaca una baja abundancia estandarizada promedio asociada a una alta riqueza específica para el verano de 2014 (609 larvas·10 m⁻² y 281 *taxa*) y otoño de 2015 (437 larvas·10 m⁻² y 229 *taxa*), los cuales reflejan una respuesta opuesta al patrón reportado para estas mismas épocas en la región de Bahía Sebastián Vizcaíno-Bahía Magdalena durante El Niño de 1982-1983 por Funes-Rodríguez *et al.* (2002), así como en la región de Ensenada-Golfo de Ulloa por Jiménez-Rosenberg (2008) para el evento El Niño de 1997-1998 (verano: 1,554 larvas·10 m⁻² y 74 *taxa*; otoño 533 larvas·10 m⁻² y 77 *taxa*) y por Urías Leyva (2011) para El Niño 2002-2004 (otoño: 251 larvas·10 m⁻² y 115 *taxa*), siendo este último evento influenciado por la intrusión anómala de ASA.

Por otro lado, la tendencia decreciente de la abundancia del ictioplancton observada durante el periodo analizado y de otros grupos zooplanctónicos (p. ej. copépodos, eufáusidos y taliáceos) reportados para la COPBC por Wells *et al.* (2017), difiere con la respuesta de los copépodos y eufáusidos del norte de California cuyo patrón fue opuesto (altos valores de riqueza y abundancia) desde mediados de 2014 hasta 2015, debido a la incorporación de especies sureñas y oceánicas (Leising *et al.*, 2015; Cavole *et al.*, 2016; McClatchie *et al.*, 2016; Wells *et al.*, 2017).

Es importante destacar que, en ninguno de los dos periodos analizados aquí se identificó la presencia de larvas de especies de peces no registradas para la COPBC en trabajos anteriores (Loeb *et al.*, 1983 a; Moser y Smith, 1987; Funes-Rodríguez *et al.*, 1998; 2002; 2006; Aceves-Medina, 2003; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004; Love *et al.*, 2005; Jiménez-Rosenberg, 2007; 2010 a-b; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2010; Urías-Leyva, 2011; Peiro-Alcantar *et al.*, 2016), lo cual contrasta con las ocurrencias inusuales de especies de afinidad tropical y/o subtropical a lo largo del Pacífico Nororiental durante la sucesión de eventos cálidos desarrollados durante el periodo de 2013 y 2016 (Leising *et al.*, 2015; Cavole *et al.*, 2016; McClatchie *et al.*, 2016). Lo anterior sugiere que al menos durante el periodo de estudio la intrusión de aguas cálidas y más salinas

en la COPBC, no conformaron un mecanismo de transporte de especies poco comunes o ausentes en la zona, pero si favorecieron la reproducción de especies residentes principalmente de afinidad tropical y subtropical.

La estructura la comunidad ictioplanctónica además de registrar cambios en cuanto a abundancia y riqueza específica respecto a otros años, también mostró variaciones entre temporadas que estuvieron acompañados de una disminución para otoño de 2015 del 27% de la abundancia y del 7.8% en cuanto al número de *taxa* identificados. Dicho decremento coincidió con el patrón detectado durante el periodo transicional hacia condiciones frías de verano y otoño de 1998, posteriores a la época de máxima influencia (otoño de 1997) en la región del evento El Niño 1997-1998 en la que se obtuvo una alta riqueza específica (Jiménez-Rosenberg *et al.* 2007; 2010 a-b).

Otro de los cambios identificados en la comunidad hacia otoño de 2015, fue el decremento de la abundancia de especies dominantes como *V. lucetia* de afinidad tropical, *T. mexicanus* de afinidad transicional y *B. wesethi* de afinidad templada. Lo cual implicó que para otoño de 2015 se necesitaran 14 *taxa* para integrar el 85% de la abundancia, cuando en verano de 2014 ese 85% lo constituían 6 *taxa*. Una tendencia opuesta fue presentada por los *taxa* *C. signata* y *S. lucioceps* de afinidad transicional, así como *D. pacificus* de afinidad tropical quienes registraron una mayor abundancia durante verano de 2015, coincidiendo dicho incremento con el promedio más elevado de temperatura superficial del mar (24.9 °C), tal y como ha sido observado durante la ocurrencia de otros eventos cálidos en el área de estudio (Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; 2006; 2011).

El componente tropical-subtropical fue el mejor representado en cuanto a abundancia (77-82%) y número de *taxa* registrados (162-178 *taxa*), durante la persistencia de condiciones cálidas promovidas por la cadena inusual de eventos de calentamiento que influenciaron la región (Bond *et al.*, 2015; Kintish, 2015; Peterson *et al.*, 2015, Di Levine y McPhaden, 2016; Lorenzo y Mantua, 2016; Varotsos *et al.*, 2016; Durazo *et al.*, 2017; Fiedler y Mantua, 2017), que además coincidió con los periodos reproductivos de las especies asociados a la estacionalidad y al debilitamiento de la CC que es acompañado por la influencia de aguas más cálidas y salinas en el área de

estudio (Durazo, 2015). Adicionalmente se observó consistencia con el patrón de alta abundancia observado por Funes-Rodríguez *et al.* (1995 y 1998) durante los eventos El Niño de 1957-1959 y 1982-1983, así como una mayor riqueza específica reportada por Aceves-Medina (2003) durante El Niño 1987-1988. En contraste, Jiménez-Rosenberg *et al.* (2007 y 2010 a-b) encontraron que durante El Niño de 1997-1998 el componente tropical-subtropical llegó a representar hasta el 95% del total de la abundancia registrada entre Ensenada-Punta Baja (26-48 *taxa*) y el sur de Punta Eugenia-Bahía Magdalena (22-30 *taxa*).

En relación con el tipo de hábitat, las especies mejor representadas fueron los mesopelágicos que se caracterizaron por su alta abundancia (88-90.3%) y fueron el segundo grupo con mayor diversidad (80 *taxa* en promedio) durante el periodo de estudio, ratificando su dominancia en la COPBC tal como ha sido reportado para diferentes regiones del SCC (Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 a-b; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2007; 2010 a-b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2011; Koslow *et al.*, 2013 a-b; Aceves-Medina *et al.*, 2018) y para otras regiones del mundo (Nonaka *et al.*, 2000; Salvanes y Kristoffersen, 2001; Aceves-Medina *et al.*, 2004; León-Chávez *et al.*, 2010; Bernal *et al.*, 2015; Sassa y Konishi, 2015; Sutton *et al.*, 2017; Tiedemann y Brehmer, 2017), donde constituyen un elemento importante que conecta los diferentes eslabones de la trama trófica e intervienen activamente en los flujos de transporte de materia y energía entre la superficie y el océano profundo debido a sus patrones migratorios (Salvanes y Kristoffersen, 2001; Irigoien *et al.*, 2014; Davison *et al.*, 2015).

Además de la dominancia del componente mesopelágico en la COPBC durante verano de 2014 y otoño de 2015, el componente demersal registró una inusual alta diversidad (93-103 *taxa*) pero una baja abundancia (5% en promedio), mientras que los pelágicos-costeros se encontraron entre los menos abundantes y diversos (2.5% en promedio y 18-33 *taxa*). Tal patrón estacional difirió respecto a la variabilidad estacional de la comunidad ictioplanctónica caracterizada para la COPBC por Aceves-Medina (2003) y Jiménez-Rosenberg *et al.* (2007; 2010 a-b), en la cual establecen una codominancia de especies mesopelágicas, pelágicos-costeros y demersales durante verano y otoño (Avendaño-Ibarra *et al.*, 2010; Peiro-Alcantar *et al.*, 2016).

De acuerdo con los descriptores comunitarios analizados, los valores de H' obtenidos durante el periodo de estudio variaron entre 0 y 1.4, mostrando un gradiente costa-oceano como el que ha sido reportado en estudios previos (Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Funes-Rodríguez *et al.*, 2010; Aceves-Medina *et al.*, 2018). Sin embargo, estos fueron ligeramente mayores a los reportados para la región sur de la COPBC por Aceves-Medina (2003) para el periodo de 1983-1988 (0.20-1.0), así como los obtenidos por Jiménez-Rosenberg (2008) en la región norte de la península para el periodo de 1998-2000 (0.15-1.15). Dicho incremento en la diversidad podría deberse a un mayor número de *taxa* mesopelágicos y/o asociados a la costa de afinidad tropical-subtropical, así como la intrusión de especies mesopelágicas hacia la zona costera (Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; 2006; 2011).

Tanto las áreas de alta H' y J' localizadas en la zona costera desde Ensenada al Golfo de Ulloa, como los de la zona oceánica fueron similares a los sitios reportados para las mismas épocas en estudios previos en los que se identificó la influencia de eventos El Niño (Aceves-Medina, 2003; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2007). Los altos valores de H' registrados durante verano de 2014 y otoño de 2015 en la zona costera y oceánica a lo largo de la COPBC, podrían explicarse a partir de los patrones de distribución de las especies de larvas de peces mesopelágicas hacia la zona oceánica y demersales en la zona costera, así como a la presencia de estructuras de mesoescala como remolinos ciclónicos y anticiclónicos, así como frentes de surgencia y convergencia que pueden delimitar la distribución de las especies y/o actuar como mecanismos de retención o dispersión (Lynn y Simpson, 1987; Soto-Mardones *et al.*, 2004; Jiménez-Rosenberg, 2008; Muriel-Hoyos, 2016; Aceves-Medina *et al.*, 2018).

9.3. Composición y distribución de las asociaciones

Tal como se ha visto en estudios anteriores, las asociaciones de larvas de peces mostraron una segregación entre las especies mesopelágicas que registraron su mayor abundancia en las estaciones oceánicas al norte de Punta Eugenia y los *taxa* de hábitats asociados a la costa (principalmente demersales) cuya distribución se concentró principalmente en las estaciones costeras del área de estudio (Loeb *et al.*, 1983 c; Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 a-b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Aceves-Medina *et al.*, 2018). Condición que revela cierta consistencia respecto al hábitat de los adultos y a los sitios de desove inferidos a partir de la ocurrencia de las larvas a lo largo del área de estudio (Moser y Smith, 1993 a-b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Bautista-Romero *et al.*, 2018).

Como resultado de la variabilidad interanual que modificó las condiciones físicas, químicas y biológicas en el ecosistema pelágico frente a la COPBC durante el periodo de estudio, lograron identificarse diferencias contrastantes en la composición y distribución de los grupos identificados respecto a las asociaciones que han sido reportadas en estudios previos. Los principales grupos de especies mesopelágicas con distribución al norte de Punta Eugenia que fueron identificados tanto en el análisis general como regional para verano de 2014 (GMV1 y GMVN1) y otoño de 2015 (GMO1 y GMON1), estuvieron constituidos por un mayor número integrantes (5-11 *taxa*) en comparación a estudios previos donde la mayoría de las asociaciones de mesopelágicos no exceden los 5 *taxa*, exceptuando algunos grupos (Loeb *et al.*, 1983 c; Moser *et al.*, 1987; Moser & Smith, 1993 b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Urías-Leyva, 2011; Aceves-Medina *et al.*, 2018).

Adicionalmente, los grupos de mesopelágicos referidos en el párrafo anterior estuvieron integrados por los *taxa* tropicales-subtropicales *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus*, los cuales normalmente ocurren juntos independientemente de las técnicas estadísticas empleadas y los periodos y/o épocas analizados. Adicionalmente las asociaciones en las que se encuentran estas tres especies en estudios previos exhiben una amplia distribución a lo largo de la COPBC y se distribuyen hacia el sur

como resultado de su preferencia a ambientes cálidos (Loeb *et al.*, 1983 c; Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002, 2006; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Urías-Leyva, 2011; Aceves-Medina *et al.*, 2018).

De forma inversa, las asociaciones que se conformaron con estas tres especies durante verano de 2014 y otoño de 2015 se distribuyeron solamente al norte de Punta Eugenia, aspecto que no había sucedido en ningún otro periodo analizado y contrario a lo que podría esperarse considerando la afinidad faunística de las especies dominantes en los grupos formados. Este cambio en la distribución puede explicarse por el resto de las especies que formaron los grupos, las cuales presentaron una amplia heterogeneidad en cuanto a afinidad faunística se refiere con especies tropicales-subtropicales (*L. urophaos* y *N. resplendens*), así como *taxa* transicionales (*C. townsendi*, *C. signata* y *C. acclinidens*) y templado-subárticos (*B. wesethi* y *P. crockeri*), cuya distribución fue preferentemente al norte del área de estudio.

Cabe señalar que los *taxa* que se incorporaron a los grupos conformados por los tres mesopelágicos recurrentes de afinidad tropical-subtropical referidos en el párrafo anterior, han sido reportadas de forma separada en las asociaciones SYMBOLOPHORUS, TRIPHOTURUS y CERATOSCOPELUS, pertenecientes al Complejo Sureño propuesto por Moser *et al.* (1987), y Moser y Smith (1993 b); así como de los grupos I-IV propuestos por Loeb *et al.* (1983 c). Por otro lado, el mesopelágico *N. resplendens* ha sido reportado en grupos característicos de las épocas de verano y otoño conformados por especies transicionales y/o tropicales-subtropicales (Jiménez-Rosenberg, 2008).

Adicional a esto, a partir de los análisis regionales obtenidos para verano de 2014 y otoño de 2015 logró identificarse la presencia de los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus* y *T. mexicanus* en grupos distribuidos al sur de Punta Eugenia, que no fueron evidentes en el análisis general. Para verano de 2014 el grupo GMVS1 estuvo integrado exclusivamente por los tres mesopelágicos referidos, denotando su dominancia durante esta época del año a lo largo de la COPBC. Mientras que para otoño de 2015 el grupo GMOS1 incorporó *taxa* mesopelágicos (*L. neles*, *N. idostigma*, *H. atratum*, *B. filifer*, *D. pacificus*, *H. reinhardtii* y *Diplophos proximus*) y pelágicos-

costeros y oceánicos (*C. pauciradiatus* y *Bregmaceros* sp 1) de afinidad tropical-subtropical, los cuales han formado parte de asociaciones oceánicas características de los eventos El Niño de 1982-1983 y 1987-1989 (Aceves-Medina, 2003; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; 2006; 2011). Una de las diferencias contrastantes en la composición de este último grupo (GMOS1) con respecto a las asociaciones establecidas previamente para eventos El Niño, fue la ausencia del mesopelágico *Benthosema panamense* que, aunque no formo parte del grupo se encontró dentro de las especies más abundantes y frecuentes en la región sur del área de estudio (Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; 2006; 2011)

Por otro lado, el grupo GMVS2 con distribución oceánica frente a Punta Eugenia que estuvo conformado durante verano de 2014 por los *taxa* *P. crockeri* de afinidad templada y *A. sladeni* de afinidad transicional, así como el grupo GMON1 distribuido en la región oceánica frente a Ensenada fue integrado durante otoño de 2015 por *S. californiensis* de afinidad templada y *Oneirodes* sp 2 de afinidad transicional, no mostraron un patrón definido. Jiménez-Rosenberg (2008) identificó que las asociaciones no recurrentes integradas por los mesopelágicos *P. crockeri* y *S. californiensis* presentan cierta variabilidad en cuanto a su conformación y adicionalmente las especies tienen abundancias larvales y frecuencias de aparición bajas tal y como puede observarse en el reducido número de estaciones ocupadas (Fig. 24 b y 28 b).

Para el caso de los grupos costeros se destacó en el análisis general para verano de 2014 la presencia de los grupos GCV1 y GCV2, localizados en la zona costera al norte y sur de Punta Eugenia respectivamente, cuya composición y distribución es mejor explicada a partir de los análisis regionales. El GCVN1 estuvo distribuido entre Ensenada hasta Bahía Vizcaíno y fue conformado por *S. sagax*, *C. punctipinnis* y *E. mordax* de afinidad templada, así como *C. stigmaeus* de afinidad subtropical. Perteneciendo las primeras tres especies a los grupos V y IX identificados por Loeb *et al.* (1983 c), así como al Complejo Norteño propuesto por Moser *et al.* (1987) y Moser & Smith, (1993 b), siendo el primer *taxa* parte del grupo SARDINOPS y el segundo una especie asociada. La especie *C. punctipinnis* en cambio ha sido reportada en

asociaciones costeras durante épocas de verano junto con *E. mordax* para la región entre Ensenada-Bahía Vizcaíno (Aceves-Medina *et al.*, 2018).

En el análisis a nivel regional al sur del área de estudio se identificaron los grupos GCVS1 y GCVS2. El primer grupo (GCVS1) cuya distribución se concentró principalmente en el Golfo de Ulloa, se integró por *P. stephanophrys* de afinidad transicional perteneciente al grupo SYNODUS del Complejo Sureño Costero (Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 b), al cual se adicionaron especies como *E. gracilis*, *Auxis* spp, *P. multifasciatus*, *Syacium* spp, *L. stigmatistium*, *O. zopochir* y *P. colonus* de afinidad tropical-subtropical. Mismas especies que presentan picos reproductivos durante las épocas de verano y otoño, y que ante condiciones de calentamiento incrementan su abundancia evidenciando de esta manera la presencia de condiciones cálidas en la región (Moser *et al.*, 1987; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008; Urías-Leyva, 2011).

El segundo fue el GCVS2, que se distribuyó entre Punta Abreojos a San Juanico en el interior del Golfo de Ulloa, así como unas estaciones costeras al sur de Bahía Magdalena y en una estación oceánica paralela a la misma. *Caranx caballus* y *Etropus crossotus* de afinidad tropical-subtropical pertenecientes a los grupos CARANX y HALICHOERES definidos para la región como característicos de eventos cálidos por Aceves-Medina (2003), así como *S. lucioceps* de afinidad transicional del grupo SYNODUS propuesto por Moser *et al.*, (1987) y Moser y Smith (1993 b).

Para otoño de 2015 se formó en el análisis general un solo grupo (GCO1) al sur de área de estudio, cuya composición y distribución es mejor explicada en el análisis regional en el cual puede distinguirse la formación de un segundo grupo en la región norte del área de estudio (GCON1). El GCOS1 con distribución Golfo de Ulloa y algunas estaciones adyacentes a Bahía Magdalena, fue integrado por especies de afinidad tropical-subtropical tales como *Serranus* sp1, *A. retrosella*, *B. leopardinus*, así como los *taxa* *P. stephanophrys* y *S. lucioceps* y la especie *H. semicinctus* de afinidad templada, la mayoría de las cuales como ha sido referido en párrafos previos son integrantes de asociaciones características de eventos cálidos (Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; Aceves-Medina, 2003).

El GCON1 integrado por el demersal somero *L. negropinna* de afinidad tropical y *S. lucioiceps* de afinidad transicional, cuya distribución comprendió las inmediaciones y el interior de la Bahía Sebastián Vizcaíno, podría apoyar la hipótesis de una mayor influencia de condiciones cálidas al norte del área de estudio (Moser *et al.*, 1987; Moser y Smith, 1993 b; Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; Aceves-Medina, 2003; Jiménez-Rosenberg, 2008).

Es importante destacar que, aunque se identificaron condiciones de calentamiento atípicas que influenciaron la dinámica del ecosistema frente a la COPBC durante verano de 2014 y otoño de 2015, la distribución de las asociaciones quedó comprendida en cuatro regiones, una región costera, y una oceánica, así como una región al norte y otra al sur de Punta Eugenia. Resultando dicha regionalización consistente con los resultados de separación provincial propuestos por diversos autores (Loeb *et al.*, 1983 c; Moser *et al.*, 1987; Moser & Smith, 1993; Peiro-Alcantar *et al.*, 2016; Aceves-Medina *et al.*, 2018).

9.4. Relación de las variables ambientales y las asociaciones de larvas de peces

Si bien la distribución del ictioplancton es influenciada por diversos factores climáticos, hidrodinámicos y biofísicos, tal como ha sido descrito por diversos autores para diferentes regiones marinas (Loeb, 1980; Barnett, 1983; Moser *et al.*, 1987; Aceves-Medina, 2003; Aceves-Medina, 2004; Jiménez-Rossemberg, 2008; Bautista-Romero *et al.*, 2018; Aceves-Medina *et al.*, 2018; Urías-Leyva *et al.*, 2018). En el presente trabajo se pudo determinar mediante el ACC que las variables físicas y biológicas analizadas presentaron una influencia diferencial sobre las asociaciones de larvas de peces identificadas.

Para el caso de las asociaciones distribuidas al norte de Punta Eugenia durante verano de 2014, su distribución fue explicada principalmente por las variables biológicas analizadas, que separaron al grupo de especies demersales y pelágico costeros (GCVN1) integrado por *E. mordax*, *S. sagax*, *C. punctipinnis* y *C. stigmaeus* hacia áreas costeras donde predominaron altas concentraciones de Cla y VZ, mientras que las especies mesopelágicas del GMVN1 (*V. lucetia*, *D. laternatus*, *L. urophaos*, *N. resplendens*, *T. mexicanus*, *C. townsendi*, *C. signata*, *C. acclinidens*, *B. wesethi* y *P. crockeri*) se distribuyeron hacia la zona oceánica donde predominaron los valores más bajos, lo cual probablemente les permitiría disminuir la competencia con las especies costeras que se distribuyen en áreas de alta productividad (Hsieh *et al.*, 2009). Para otoño de 2015 el grupo de especies asociadas a la costa (GCON1) formado por *S. lucioiceps* y *L. negropinna* se asoció con altas concentraciones de VZ y Cl-a exhibiendo un patrón opuesto a los grupos de mesopelágicos GMON1 (*V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus*, *C. signata*, *B. wesethi*, *P. crockeri*, *C. townsendi* y *C. acclinidens*) y GMON2 (*S. californiensis* y *Oneirodes* sp. 2). Dicho patrón de distribución podría deberse a que en esta zona existe una predominancia de condiciones homogéneas marcadas por el dominio subártico a comparación de la región sur (Durazo y Baumgartner, 2002; Durazo *et al.*, 2010, Durazo, 2015), así como un área donde se desarrollan las surgencias de mayor extensión en la costa peninsular que sustentan una alta productividad primaria (Zaytzev *et al.*, 2003; Gaxiola-Castro *et al.*, 2010), las cuales pueden proporcionar una mayor disponibilidad de alimento para los adultos que

desovan en esta zona y que a la par les ayuda a un mejor crecimiento y mayor sobrevivencia de las larvas durante sus diferentes etapas de desarrollo (Jiménez-Rosenberg, 2008; Aceves-Medina *et al.*, 2009; Ayora-Macías, 2016).

En lo que respecta a los grupos identificados para la región sur de Punta Eugenia, durante verano de 2014 la distribución de los grupos de especies con hábitats asociados a la costa tales como GCVS1 (*E. gracilis*, *Auxis* spp., *P. multifasciatus*, *Syacium* spp., *L. stigmatistium*, *O. zopochir*, *P. colonus* y *P. stephanophrys*) y GCVS2 (*C. caballus*, *E. crossotus* y *S. lucioceps*), fue mejor explicada por el VZ y por las variables físicas TSM y SSM analizadas que registraron sus valores más altos hacia la costa cuando fue detectada la presencia de aguas cálidas y salinas debido a la influencia del flujo costero hacia el polo identificado por Durazo *et al.*, (2017) durante esta misma época. El grupo de mesopelágicos GMVS1 (*V. lucetia*, *D. laternatus* y *T. mexicanus*) reflejó una amplia distribución en el área de estudio y el GMVS2 (*A. sladeni* y *P. crockeri*) se relacionó con valores bajos de TSM y SSM localizados frente a Punta Eugenia. En otoño de 2015, la asociación costera GCOS1 (*Serranus* sp. 1, *A. retrosella*, *B. leopardinus*, *P. stephanophrys*, *S. lucioceps* y *H. semicinctus*) se relacionó principalmente con altas concentraciones de VZ, mientras que los mesopelágicos de la asociación GMOS1 (*V. lucetia*, *D. laternatus*, *Lestidiops neles*, *N. idostigma*, *H. atratum*, *B. filifer*, *D. pacificus*, *H. reinhardtii*, *Diplophos proximus*, *C. pauciradiatus* y *Bregmaceros* sp. 1) se correlacionaron con los valores relativamente más altos de temperatura, lo cual apoya la presencia de *D. pacificus* y *D. proximus* en el grupo como especie indicadora de eventos de calentamiento en la región (Funes-Rodríguez *et al.*, 2002; 2006; 2011).

10. Conclusiones

La caracterización ambiental del área durante el periodo de estudio mostró que, aunque de manera general se ajusta a las características oceanográficas descritas en estudios previos, resaltan diferencias tales como la presencia de anomalías positivas de temperatura y salinidad relacionadas a la intrusión de aguas más cálidas y salinas hacia el norte del área de estudio, a través del fortalecimiento de un flujo costero superficial hacia el polo durante otoño de 2015, así como el hundimiento de la CC y una mayor estratificación de la columna de agua, que parecen haber determinado cambios importantes en la composición, distribución y abundancia de las larvas de peces.

Un aspecto importante de hacer notar es que, si bien se observaron cambios en la climatología de la COPBC, la zona de Punta Eugenia se mantuvo como área de transición entre los dos ecosistemas (norte y sur) que funcionan de forma diferente y que, por lo tanto, es recomendable analizarlos de forma separada puesto que la comunidad de larvas de peces responde de manera diferente a las variables ambientales.

La composición y distribución de las asociaciones de larvas de peces fue consistente con los periodos reproductivos de los adultos, y estuvo influenciada por la invasión de aguas cálidas y más salinas en la región como resultado de una cadena inusual de eventos cálidos promovidos por la ola cálida del Pacífico Norte y el evento El Niño 2015-2016, las cuales favorecieron la predominancia de especies mesopelágicas de afinidad tropical-subtropical y una alta diversidad de especies (principalmente demersales).

Los gradientes de distribución costa-océano de las especies de larvas de peces que conformaron las asociaciones al norte de Punta Eugenia fueron definidos principalmente por las variables biológicas concentración de clorofila-*a* y volumen zooplanctónico. En tanto los gradientes de distribución de las especies que integraron las asociaciones al sur del área de estudio estuvieron asociados principalmente a las variables físicas temperatura y salinidad superficial del mar.

La regionalización del área de estudio al norte y sur de Punta Eugenia permitió obtener un análisis mucho más detallado sobre las asociaciones de larvas de peces presentes en la región durante verano de 2014 y otoño de 2015.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo documentan respuestas diferenciales del ictioplancton para la región sur de la Corriente California ante las anomalías climáticas detectadas durante 2013-2016 a lo largo del Pacífico Noroccidental, brindando conocimiento que permitirá mejorar el entendimiento sobre la dinámica regional en el Sistema de la Corriente de California.

11. Bibliografía

- Aceves-Medina, G. 2003. Grupos de larvas de peces recurrentes en la costa occidental de Baja California Sur y región central del Golfo de California. Tesis de doctorado. IPN-CICIMAR. La Paz B.C.S., México. 197 p.
- Aceves-Medina, G., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina. R. Funes-Rodríguez, R. J. Saldierna-Martínez & P. E. Smith. 2004. Fish larvae assemblage in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology*. 65: 832-847.
- Aceves-Medina, G., R. Palomares-García, J. Gómez-Gutiérrez, C. J. Robinson & R. J. Saldierna-Martínez. 2009. Multivariate characterization of spawning and larval environments of small pelagic fishes in the Gulf of California. *Journal of Plankton Research*. 31(10):1283-1297.
- Aceves-Medina, G., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, R. J. Saldierna-Martínez, R. Durazo, A. Hinojosa-Medina, M. Hernández-Rivas, E. González-Rodríguez & G. Gaxiola-Castro. 2018. Distribution and abundance of the ichthyoplankton assemblages and its relationships with the geostrophic flow along the southern region of the California Current. *Latin American Journal of Aquatic Research* 46(1). Doi: 10.3856/vol46-issue1-fulltext-x.
- Ahlstrom, E. H. 1954. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. U.S. *Fishery Bulletin*. 161(60): 107-146.
- Ahlstrom, E. H. 1965. Kinds and abundance of fishes in the California current region based on eggs and larvae surveys. *CalCOFI Reports*. 10: 31-52.
- Ahlstrom, E. H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific based on collections made on EASTROPAC I. U.S. *Fishery Bulletin*. 69: 3-77.
- Ahlstrom, E. H. 1972. Distributional Atlas of fish larvae in the California current region: six common mesopelagic fishes. CalCOFI Atlas 17.
- Amaya, D. J., N. E. Bond, A. J. Miller & M. J. Deflorio. 2016. The evolution and known atmospheric forcing mechanisms behind the 2013-2015 North Pacific warm anomalies. *U.S. CLIVAR Variations*. 14(2): 1–6.

- Arriaga-Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López & V. Aguilar-Sierra. 1998. *Regiones prioritarias marinas de México*. CONABIO. México. 198 p.
- Avendaño-Ibarra, R., R. Funes-Rodríguez, A. Hinojosa-Medina, R. González-Armas & G. Aceves-Medina. 2004. Seasonal abundance of fish larvae in a subtropical lagoon in the west coast of the Baja California Peninsula. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 61: 125-135.
- Avendaño-Ibarra, R., R. De Silva-Dávila, F. E. Ordóñez-Guillen & G. Vázquez-López. 2010. Composición estacional de larvas de peces frente Baja California Sur (primavera y otoño de 2003). 409-432 pp. En: Gaxiola-Castro, G. y R. Durazo (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Ayora-Macías, G. D. 2016. Distribución por estadios de desarrollo temprano de los peces epipelágicos en el noroeste de México (verano 2014). Tesis de maestría. IPN-CICIMAR. La Paz B.C.S., México. 122 p.
- Barnett, M. A. 1983. Species structure and temporal stability of mesopelagic fish assemblages in the Central Gyres of the North and South Pacific Ocean. *Marine Biology*. 74: 245-256.
- Basilio, A., S. Searcy & A. R. Thompson. 2017. Effects of the Blob on settlement of spotted sand bass, *Paralabrax maculofasciatus*, to Mission Bay, San Diego, CA. *PLoS ONE*. 12(11): e0188449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188449>
- Bakun, A. & C. S. Nelson. 1991. The seasonal cycle of wind-stress curl in subtropical Easter Boundary Current Regions. *Journal of Physical Oceanography*. 21: 1816-1834.
- Baumgartner, T., R. Durazo, B. Lavaniegos, G. Gaxiola, M. Hernández, Y. Green, V. Arenas, S. Lluch & J. Gómez. 2006. The IMECOCAL programme. *GLOBEC International Newsletter*. 6(2):13-15.
- Bautista-Romero, J. J., R. Funes-Rodríguez., S. P. A. Jiménez-Rosenberg & D. B. Lluch-Cota. 2018. Preferential distribution of fish larvae in the California

- Current System: Time, space and temperature. *Fisheries Oceanography*. Doi: 10.1111/fog.12250.
- Beers, J. R. 1976. *Zooplankton Fixation and Preservation. Determination of zooplankton biomass*. UNESCO Paris. 350 p.
- Bernal, A. G. V. & J. B. Kristoffersen. 2015. Mesopelagic fishes. 1711-1717 pp. En: J. H., Steele, S.A, Thorpe & K.K. Turekian (Eds.). *Encyclopedia of Ocean Sciences* Vol. 3. Academic Press.
- Bond, N. A., M. F. Cronin, H. Freeland & N. Mantua. 2015. Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific. *Geophysical Research Letters*. 42: 3414-3420.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*. 27: 325-349.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography*. 8(2): 21-270.
- Carr, M. E. & E. J. Kears. 2003. Production regimes in four Eastern Boundary Current Systems. *Deep-Sea Research II*. 50: 3199-3221.
- Castro, R. & J. A. Martínez. 2010. Variabilidad espacial y temporal del campo de viento. 129-148 pp. En: Gaxiola-Castro, G. & Durazo, R. (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Cavole, L. M., A. M. Demko, R. E. Diner, A. Giddings, I. Koester, C. M. L. S. Pagniello, M. L. Paulsen, A. Ramírez-Valdez, S. M. Schwenck, N. K. Yen, M. E. Zill & P. J. S. Franks. 2016. Biological impacts of the 2013–2015 warm-water anomaly in the Northeast Pacific: Winners, losers, and the future. *Oceanography*. 29(2):273–285.
- Chávez, F. P., J.T. Pennington, C. G. Castro, J. P. Ryan, R. P. Mishisaki, B. Schlining, P. Walz, K. R. Buck, A. McFaden & C. A. Collins. 2002. Biological and chemical consequences of the 1997–98 El Niño in central California waters. *Progress in Oceanography*. 54(1–4): 205–232.

- Chao, Y., J. D. Farrara, E. Bjorkstedt, F. Cahí, F. Chavez, D. L. Rudnick, W. Enriht, J. L. Fisher, W. T. Peterson, G. F. Welch, C. O. Davis, R. C. Dugdale, F. P. Wilkerson, H. Zhang, Y. Zhang & E. Vasilyevich. 2017. The origins of the anomalous warming in the California coastal ocean and San Francisco Bay during 2014-2016. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 122. Doi:10.1002/2017JC013120.
- Cowan Jr., J. H. & R. F. Shaw. 2002. Recruitment. 88-111 pp. En: Fuiman L.A. & R.G. Werner (Eds.). *Fishery science: the unique contributions of early stages*. Blackwell Science Ltd. 326 p.
- Davison, P., A. Lara-Lopez & J. A. Koslow. 2015. Mesopelagic fish biomass in the southern California current ecosystem. *Deep-Sea Research II*. 112: 129-142.
- De la Cruz-Orozco, M. E., E. Gómez-Ocampo, L. E. Miranda-Bojórquez, J. Cepeda-Morales, R. Durazo, B. E. Lavaniegos, T. L. Espinosa-Carreón, R. Sósá-Ávalos, E. Aguirre-Hernández y G. Gaxiola-Castro. 2017. Phytoplankton biomass and production off the Baja California Peninsula: 197-2016. *Ciencias Marinas*. 43(4): 217-228.
- Di Lorenzo, E., N. Schneider, K. M. Cobb, K. Chhak, P. J. S. Franks, A. J. Miller, J. C. McWilliams, S. J. Bograd, H. Arango, E. Curchister, T. M. Powell & P. Rivere. 2008. North Pacific Gyre Oscillation links ocean climate and ecosystem change. *Geophysical Research Letters*. 35. L08607. Doi:10.1029/2007GL032838.
- Di Lorenzo, E. & N. Mantua. 2016. Multi-year persistence of the 2014/15 North Pacific marine heatwave. *Nature Climate Change* 6: 1042–1047.
- Du, X., W. Peterson, J. Fisher, M. Hunter & J. Peterson. 2016. Initiation and development of a toxic and persistent *Pseudo-nitzschia* Bloom off the Oregon coast in spring/summer 2015. *PLoS ONE*. 11(10): e0163977. Doi:10.1371/journal.pone.0163977
- Durazo, R. & T. Baumgartner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997–1999. *Progress in Oceanography*. 54:7–31.

- Durazo, R. 2009. Climate and upper ocean variability off Baja California, Mexico: 1997–2008. *Progress in Oceanography*. 83(1): 361–368.
- Durazo, R., A. M. Ramírez-Manguilar, L. E. Miranda & L. A. Soto-Mardones. 2010. Climatología de variables ambientales. 25-58 pp. En: Gaxiola-Castro, G. & R. Durazo (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Durazo, R. 2015. Seasonality of the transitional region of the California Current System off Baja California. *Journal of Geophysical Research Ocean*. 120: 1173-1196.
- Durazo, R., R. Castro, L. E. Miranda, F. Delgadillo-Hinojosa & A. Mejía-Trejo. 2017. Anomalous hydrographic conditions off the northwestern coast of the Baja California Peninsula during 2013–2016. *Ciencias Marinas*. 43(2):81-92.
- Eschmeyer, W. N., R. Fricker & R. Van der Laan. Editors. 2016. Catalog of fishes: genera, species, references. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>, electronic version accessed 23/03/2016.
- Espinosa-Carreón, T. L., P. T. Strub, E. Beier, F. Ocampo-Torres & G. Gaxiola-Castro. 2004. Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California. *Journal of Geophysical Research*. 109: 1-20.
- Fager, E.W. 1957. Determination and analysis of recurrent groups. *Ecology*. 38(4): 586-595.
- Fiedler, P. C., & N. J. Mantua. 2017. How are warm and cool years in the California Current related to ENSO?. *Journal of Geophysical Research. Oceans*. 122. Doi:10.1002/2017JC013094.
- Frank, K. E. & W. C. Leggett. 1983. Multispecies larval fish associations: accident or adaptation?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 40: 754-762.

- Frischkecht, M., M. Münnich & N. Gruber. 2015. Remote versus local influence of ENSO on the California Current System. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 120: 1353-1374.
- Froese, R. & D. Pauly. Editors. 2016. FishBase. *World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org, version (01/2016).
- Funes-Rodríguez, R. 1993. Abundancia de larvas de peces de la familia Myctophidae durante El Niño (1982-1984) en la costa occidental de Baja California Sur. *Ciencia Pesquera*. 10: 79-87.
- Funes-Rodríguez, R., R. González-Armas & A. Esquivel-Herrera. 1995. Distribución y composición específica de larvas de peces durante y después e El Niño, en la costa del Pacífico de Baja California Sur (1983-1985). *Hidrobiológica*. 5(1-2): 113-125.
- Funes-Rodríguez, R., M. A. Fernández A. and R. González-Armas. 1998. Larvas de peces recolectadas durante dos eventos El Niño en la costa occidental de Baja California Sur, México 1958–1959 y 1983–1984. *Oceánides*. 13(1): 67–75.
- Funes-Rodríguez, R., C. Flores-Cotto, A. Esquivel-Herrera, M. A. Fernández-Álamo & A. Gracia-Gasca. 2002. Larval fish community structure along the west coast of Baja California during and after the El Niño event (1983). *Bulletin of Marine Science*. 70(1): 41-54.
- Funes-Rodríguez, R., A. Hinojosa-Medina, G. Aceves-Medina, S. P. A. Jiménez-Rosenberg & J. Bautista-Romero. 2006. Influences of El Niño on assemblages of mesopelagic fish larvae along the Pacific coast of Baja California Sur. *Fisheries Oceanography*. 15(3): 244-255.
- Funes-Rodríguez, R., A. Zárate-Villafranco, A. Hinojosa-Medina y S. P. A. Jiménez-Rosenberg. 2010. Abundancia y diversidad de larva de peces durante el Niño y La Niña 1997-2000. 433-451 pp. En: Gaxiola-Castro, G. y R. Durazo (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.

- Funes-Rodríguez, R., A. Zárate-Villafranco, A. Hinojosa-Medina, R. González-Armas & S. Hernández-Trujillo. 2011. Mesopelagic fish larval assemblages during El Niño-southern oscillation (1997–2001) in the southern part of the California Current. *Fisheries Oceanography*. 20(4): 329-346.
- Gaxiola-Castro, G., J. Cepeda-Morales, S. Nájera-Martínez, T. L. Espinosa-Carreón, M. E. De la Cruz-Orozco, R. Sosa-Avalos, E. Aguirre-Hernández & J. P. Cantú-Ontiveros. 2010. 59-86 pp. En: Gaxiola-Castro, G. y R. Durazo (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Gentemann C. L., M. R. Fewings & M. García-Reyes. 2017. Satellite sea surface temperatures along the West Coast of the United States during the 2014-2016 northeast Pacific marine heat wave. *Geophysical Research Letters*. 44: 312–319.
- Gómez-Ocampo, E., G. Gaxiola-Castro, R. Durazo & E. Beier. 2017 a. Effects of the 2013-2016 warm anomalies on the California Current phytoplankton. *Deep Sea Research II*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.01.005>
- Gómez-Ocampo, E., R. Durazo, G. Gaxiola-castro, M. De la Cruz-Orozco & R. Sosa-Ávalos. 2017 b. Effects of the interannual variability of water column stratification on phytoplankton production and biomass at the north zone off Baja California. *Ciencias Marinas*. 43(2): 109-122.
- Granados-Amores J., R. De Silva-Dávila, S. Camarillo-Coop, F. G. Hochberg, R. Durazo, R. Avendaño-Ibarra & M. R. Hernández-Rivas. 2010. Composición de especies y patrones de distribución de paralarvas de calamar, 1996-1999. 453-467 pp. En: Gaxiola-Castro, G. y R. Durazo (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Griffin, D., & K. J. Anchukaitis. 2014. How unusual is the 2012–2014 California drought?. *Geophysical Research Letters*. 41: 9017–9023.

- Hartmann, D. L. 2015. Pacific sea surface temperature and the winter of 2014. *Geophysical Research Letters*. 42. Doi:10.1002/2015GL063083.
- Hernández-Rivas, M. E., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, R. Funes-Rodríguez & R. J. Saldierna-Martínez. 2000. El centro de actividad biológica de la Bahía de Sebastián Vizcaíno, una primera aproximación. 65-86 pp. En: Lluch-Belda, D., J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota & G. Ponce-Díaz. (Eds.). *BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano*. CIBNOR, IPN-CICIMAR, CONACyT. 367 p.
- Hernández-Rivas, M. E., M. C. Peñaloza-Mayorazgo & R. González-Armas. 2010. Fase larval de la langosta roja durante 1997-1999. 381- 396 pp. En: Gaxiola-Castro, G. y R. Durazo (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Hewitt, R. P. 1988. Historical review of the oceanographic approach to fishery research. *CalCOFI Reports*. XXIX: 27-41.
- Hickey, B. M. 1998. Coastal oceanography of western North America from the tip of Baja California to Vancouver Island. 345-391 pp. En: Robinson A. R. & K. H. Brink (Eds.). *Coastal Segment, The Sea*. Vol.11. Wiley, New York.
- Hsieh C., H. J. Kim, W. Watson, E. Di Lorenzo & G. Sugihara. 2009. Climate-driven changes in abundance and distribution of larvae of oceanic fishes in the southern California region. *Global Change Biology*. 15: 2137-2152.
- Irigoien, X., T. A. Klevjer, A. Røstad, U. Martínez, G. Boyra, J. L. Acuña, A. Bode, F. Echevarría, J. I. González-Gordillo, S. Hernández-León, G. Agusti, D. L. Aksnes, C. M. Duarte & S. Kaartvedt. 2014. Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nature Communications*. 5. 327. Doi: 0.1038/ncomms4271.
- Izquierdo-Peña, V. 2014. Distribución y abundancia de larvas de peces durante la fase fría del régimen climático en la región sureña de la Corriente de California. Tesis de maestría. IPN-CICIMAR. La Paz B.C.S., México. 86 p.

- Jackson, G. D. & M. L. Domeier. 2003. The effects of an extraordinary El Niño/ La Niña event to the size and growth of the squid *Loligo opalescens* off Southern California. *Marine Biology*. 142:925-935.
- Jacox, M. G., E. L. Hazen, K. D. Zaba, D. L. Rudnick, C. A. Edwards, A. M. Moore & S. J. Bograd. 2016. Impacts of the 2015–2016 El Niño on the California Current System: Early assessment and comparison to past events. *Geophysical Research Letters*. 43: 7072–7080.
- Jerónimo, G. & J. Gómez-Valdés. 2006. Promedios de temperatura y salinidad sobre una superficie isopícnica en la capa superior del océano frente a Baja California. *Ciencias Marinas*. 32(4): 663-671.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A., R. J. Saldierna-Martínez, G. Aceves-Medina & V. M. Cota-Gómez. 2007. Fish larvae in Bahía Sebastián Vizcaíno and the adjacent oceanic región, Baja California, México. *Check List*. 3(3): 204-223.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A. 2008. Asociaciones de larvas de peces por estadio de desarrollo en la costa noroccidental de la Península de Baja California. Tesis de doctorado. IPN-CICIMAR. La Paz B.C.S., México. 357 p.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A. & G. Aceves-Medina. 2009. Indicadores biológicos en el ambiente pelágico. *CICIMAR Océánides*. 24(2): 113-127.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A., R. Saldierna-Martínez, G. Aceves-Medina, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, M. Hernández-Rivas y R. Avendaño-Ibarra. 2010 a. Caracterización de la comunidad de larvas de peces, 1997-2000. 397-411 pp. En: Gaxiola-Castro G. y Durazo R. (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A., R. J. Saldierna-Martínez, G. Aceves-Medina, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, M. Hernández-Rivas & R. Avendaño-Ibarra. 2010 b. Fish larvae off the northwestern coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *Check List*. 6(2): 334-349.

- Kintisch, E. 2015. 'The Blob' invades Pacific, flummoxing climate experts. *Science*. 348(6230): 17-18.
- Koslow, J. A., R. Goericke & W. Watson. 2013 a. Fish assemblages in the Southern California Current: relationships with climate, 1951-2008. *Fisheries Oceanography*. 22(3): 207-219.
- Koslow, J. A., P. Davison, A. Lara-Lopez & M. D. Ohman. 2013 b. Epipelagic and mesopelagic fishes in the southern California Current System: ecological interactions and oceanographic influences on their abundance. *Journal of Marine Systems*. 138: 20-28.
- Kramer, D. & E. H. Ahlstrom. 1968. Distributional atlas of fish eggs and larvae in the California current region: Northern anchovy, *Engraulis mordax* (Girard), 1951 through 1965. CalCOFI. Atlas 9. 269 p.
- Kramer, D., 1970. Distributional atlas of fish eggs and larvae in the California Current region: Pacific sardine, *Sardinops caurelea* (Girard). 1951 through 1966. *CalCOFI Atlas 12*. 72 p.
- Kramer, D., M. J. Kalin, E. G. Stevens, J. R. Thrailkill & J. R. Zweifel. 1972. Collecting and processing data on the fish eggs and larvae in the California Current Region. NOAA Technical Report NMFS CIRC-370. 88 p.
- Lavaniegos, B. E., L. C. Jiménez-Pérez & G. Gaxiola-Castro. 2002. Plankton response to El Niño 1997-1998 and La Niña 1999 in the southern region of the California Current. *Progress in Oceanography*. 54: 33-58.
- Lavaniegos, B. E., I. Ambriz-Arreola, C. M. Hereu, L. C. Jiménez-Peréz, J. L. Cadena-Ramírez & P. García-García. 2010. Variabilidad estacional e interanual del zooplankton. 87-128 pp. En: Gaxiola-Castro G. y Durazo R. (Eds.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007*. SEMARNAT, INE, CICESE y UABC. México D.F. 501 p.
- Lavaniegos, B. E., O. Molina-González & M. Murcia-Riaño. 2015. Zooplankton functional groups from the California Current and climate variability during 1997-2013. *CICIMAR Oceánides*. 30(1): 45-62.

- Leising, A. W., I.D. Schroeder, S. J. Bograd, W. T. Peterson, R. D. Brodeur, J. A. Santora, W. J. Sydeman, J. Abell, C. Barceló, S. R. Melin, R. Durazo, G. Gaxiola-Castro, T. D. Auth, E. A. Daly, F. P. Chavez, E. P. Bjaorkstedt, J. Field, K. Sakuma, R. M. Suryan, A. J. Gladics, J. M. Porquez, J. Fisher, C. Morgan, R. R. Robertson, S. McClatchie, E. D. Weber, W. Watson, R. Bradley, P. Warybock & R. Goericke. 2015. State of the California Current 2014-15: Impacts of the warm water “blob”. *CalCOFI Reports*. 56:31-69.
- León-Chávez, C. A., L. Sánchez-Velasco, E. Beier, M. F. Lavín, V. M. Godínez & J. Färber-Lorda. 2010. Larval fish assemblages and circulation in the Eastern Tropical Pacific in autumn and winter. *Journal of Plankton Research*. 32(4):397-410.
- Levine, A. F. Z. & M. J. McPhaden. 2016. How the July 2014 easterly wind burst gave the 2015-6 El Niño a Head Start. *Geophysical Research Letters*. 43, doi:10.1002/2016GL069204.
- Lluch-Belda, D. 2000. Centros de Actividad Biológica en la costa occidental de Baja California. 29-48 pp. En: Lluch-Belda, D., J. Elorduy-Garay, S. E. Lluch-Cota & G. Ponce-Díaz. (Eds.). *BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano*. CIBNOR, IPN-CICIMAR, CONACyT. 367 p.
- Lluch-Belda, D., D. B. Lluch-Cota & S. E. Lluch-Cota. 2005. Changes in marine faunal distributions and ENSO events in the California Current. *Fisheries oceanography*. 14(6): 458-467.
- Loeb, V. J. 1980. Patterns of spatial and species abundance within the larval fish assemblage of the North Pacific Central Gyre during late summer. *Marine Biology*. 60: 189-200.
- Loeb, V. J., P. E. Smith y H. G. Moser. 1983 a. Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California current area, 1975. *CalCOFI Reports*. 24: 109-151.

- Loeb, V. J., Smith P. E. & G. Moser. 1983 b. Geographical and seasonal patterns of larval fish species structure in the California Current area, 1975. *CalCOFI Reports*. 24: 132-151.
- Loeb, V. J., P. E. Smith y H. G. Moser. 1983 c. Recurrent groups of larval fish species in the California current area. *CalCOFI Reports*. 24: 152-164
- López-Ibarra, G. A. & R. Palomares-García. 2006. Estructura de la comunidad de copépodos en Bahía Magdalena, México, durante El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41(1): 63-76.
- Love, M. S., C. W. Mecklenburg, T. A. Mecklenburg & L. K. Thorsteinson. 2005. *Resource Inventory of Marine and Estuarine Fishes of the West Coast and Alaska: A Checklist of North Pacific and Arctic Ocean Species from Baja California to the Alaska–Yukon Border*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Seattle, Washington, 98104, OCS Study MMS 2005-030 and USGS/NBII 2005-001.
- Lynn, R. J. & S. J. Bograd. 2002. Dynamic evolution of the 1997-1999 El Niño-La Niña cycle in the southern California Current System. *Progress in Oceanography*. 54: 59-7.
- Lynn, R. J. & J. J. Simpson. 1987. The California Current System: the seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*. 92: 12947-12966.
- Mantua, N. J., S. R. Hare, Y. Zhang, J. M. Wallace & R. C. Francis. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 78(6): 1069-1079.
- McAleece, N., J. D. G. Gage, P. J. D. Lamshead & G. L. J. Paterson. 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.
- McCabe, R. M., B. M. Hickey, R. M. Kudela, K. A. Lefebvre, N. G. Adams, B. D. Bill, F. M. D. Gulland, R. E. Thomson, W. P. Cochlan & V. L. Trainer. 2016. An

unprecedented coastwide toxic algal bloom linked to anomalous ocean conditions. *Geophysical Research Letters*. 43: 10,366–10,376.

McClatchie, S. 2014. Oceanography of the Southern California Current System Relevant to Fisheries. 13-58 pp. En: McClatchie, S. (Ed.). *Regional fisheries oceanography of the California Current System: The CalCOFI program*. Springer Publisher. 235 p.

McClatchie, S., R. Goericke, A. Leising, T. D. Auth, E. Bjorkstedt, R. R. Robertson, R. D. Brodeur, X. Du, E. A. Daly, C. A. Morgan, F. P. Chávez, A. J. Debich, J. Hildebrand, J. Field, K. Sakuma, M. G. Jacox, M. Kahru, R. Kudela, C. Anderson, B. E. Lavaniegos, J. Gómez-Valdés, S. P. A. Jiménez-Rosenberg, R. McCabe, S. R. Melin, M. D. Ohman, L. M. Sala, B. Peterson, J. Fisher, I. D. Schoreder, S. J. Bograd, E. T. Hazen, S. R. Schneider, R. T. Golightly, R. M. Suryan, A. J. Gladics, S. Loredó, J. M. Porquez, A. R. Thompson, E. D. Weber, W. Watson, V. Trainer, P. Warzybok, R. Bradley & J. Jahncke. 2016. State of the California Current 2015-16: comparisons with the 1997-98 El Niño. *CalCOFI Reports*. 57: 5-61.

McPhaden, M. J. 2015. Playing hide and seek with El Niño. *Nature Climate Change*. 4335: 1-5.

McCune, B. & J. B. Grace. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Ed. Bruce McCune. U.S.A. 143-164 pp.

Miller, T. J. 2002. Assemblages, communities, and species interactions. 183-205 pp. En: Fuiman, L.E. & Werner R.G. (Eds.). *Fishery science: the unique contributions of early life stages*. Blackwell science. 340 p.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T-Manuales y Tesis Sea, vol.1. Zaragoza. 84 p.

Moser, H. G. & E. H. Ahlstrom. 1974. Role of larval stages in systematic investigations of marine teleosts: the Myctophidae, a case study. *Fishery Bulletin*. 72 (2): 391-413.

- Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall & S. L. Richardson. 1984. *Ontogeny and systematics of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Allen Press Inc. U.S.A. 760 p.
- Moser, H. G., P. E. Smith & L. E. Eber. 1987. Larval fish assemblages in the California Current Region, 1954–1960, a period of dynamic environmental change. *CalCOFI Reports*. 28: 97–127.
- Moser, H. G. & P. E. Smith. 1993 a. Larval fish assemblages and oceanic boundaries. *Bulletin of Marine Science*. 53(2): 283-289.
- Moser, H. G. & P. E. Smith. 1993 b. Larval fish assemblages in the California Current region and their horizontal and vertical distributions across a front. *Bulletin of Marine Science*. 53(2): 645-691.
- Moser, H. G. & W. Watson. 2006. Ichthyoplankton. 269-319 pp. En: Allen, L.G., D.J. Pondella II & M.H. Horn. (Eds.). *The ecology of marine fishes: California and adjacent waters*. University of California Press, Berkeley. 670 p.
- Moser, H. G. 1996. The early stages of fishes in the California Current region. CalCOFI. Atlas No. 33. 1505 p.
- Muriel-Hoyos, F. 2016. Efecto de los frentes oceánicos en la distribución de larvas de peces de profundidad del noroeste de México (Verano, 2014). Tesis de maestría. IPN-CICIMAR. La Paz B.C.S., México. 78 p.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2016. Discussion and comparison of recent conditions with historic El Niño conditions. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/#discussion>
- Nonaka, R. H., Y. Matsuura & K. Susuki. 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin*. 98: 767-784.
- Nelson, J. S., T. C. Grande & Wilson M. V. H. 2016. *Fishes of the world*. 5th edition. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey, U.S.A. 752 p.

- Ottersen, G., S. Kim, G. Huse, J. J. Polovina & N. C. Stenseth. 2010. Major pathways by which climate may force marine fish populations. *Journal of Marine System.* 3: 343-360.
- Parés-Sierra A., M. López & E. G. Pavía. 1997. Oceanografía física del océano Pacífico nororiental. En: Lavín, M.F. (Ed.). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. Monografía no. 3. 1-24 pp.
- Peiro-Alcantar, M. T., R. Funes-Rodríguez, R. González-Armas, R. Durazo & P. Del Monte-Luna. 2016. Spatiotemporal variability of demersal fish larvae assemblages in the southern region of the California Current. *Marine Biology Research*. Doi: 10.1080/17451000.2016.1164319.
- Peterson, W., M. Robert & N. Bond. 2015. The warm blob-conditions in the northeastern Pacific Ocean. *PICES Press*. 23(1): 36-38.
- Peterson, W. T., J. L. Fisher, P. T. Strub, X. Du, C. Risien, J. Peterson & C. T. Shaw. 2017. The pelagic ecosystem in the Northern California Current off Oregon during the 2014–2016 warm anomalies within the context of the past 20 years. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 122: 7267–7290.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13: 131-144.7
- Postel, L., Frock H. & Hagen W. 2000. Biomass and abundance. 83-92 pp. En: Harris, R.P., Wiebe P.H., Lenz J., Skjoldal H.R. & Huntley M. (Eds.). *Zooplankton methodology manual*. Academic Press. San Diego, California. 684 p.
- Roden, G. I. 1971. Aspects of the transition zone in the northeaster Pacific. *Journal of Geophysical Research*. 76: 3462-3475.
- Sassa, C. & Y. Konishi. 2015. Late winter larval fish assemblage in the southern East China Sea, with emphasis on spatial relations between mesopelagic and commercial pelagic fish larvae. *Continental Shelf Research*. 108: 97-111.
- Salvanes, A. G. V. & J. B. Kristoffersen. 2001. Mesopelagic fishes. 1711-1717 pp. En: J.H. Steele, S.A. Thorpe & K.K. Turekian (Eds.). *Encyclopedia of Ocean Sciences*. Vol. 3. Academic Press. 632 p.

- Schiermeier, Q. 2015. Hunting the Godzila El Niño. *Nature*. 526: 490-491.
- Seager, R., M. Hoerling, S. Schubert, H. Wang, B. Lyon, A. Kumar, J. Nakamura & N. Henderson. 2015. Causes of the 2011-14 California drought. *Journal of Climate*. 28: 6997-7024.
- Shannon, C. E. & W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana. University of Illinois Press. Chicago, U.S.A. 117 p.
- Smith, P. E. & S. L. Richardson. 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larval surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 175. 100 p.
- Soto-Mardones L., A. Páres-Sierra, J. García, R. Durazo & S. Hornazabal. 2004. Analysis of the mesoscale structure in the IMECOCAL region (off Baja California) from hydrographic, ADCP and altimetry data. *Deep Sea Research* // 51: 785-798.
- Sutton, T. T., M. R. Clark, D. C. Dunn, P. N. Halpin, A. D. Rogers, J. Guinotte, S. J. Bograd, M. V. Andel, J. A. A. Perez, K. Wishner, R. L. Haedrich, D. J. Lindsay, J. C. Drazen, A. Vereshchaka, U. Piatkowski, T. Morato, K. Blachowiak-Samolyk, B. H. Robison, K. M. Gjerde, A. Pierrot-Bults, P. Bernal, G. Reygondeau & M. Heino. 2017. A global biogeographic classification of the mesopelagic zone. *Deep Sea Research I*. 126: 85-102.
- Sverdrup, H. U. 1947. Wind driven currents in a baroclinic ocean with application to the equatorial currents. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 33(11): 318-326.
- Talley, L. D. 1993. Distribution and formation of the North Pacific Intermediate Water. *Journal of Physical Oceanography*. 23: 517-537.
- Tiedemann, M. & P. Brehmer. 2017. Larval fish assemblages across an upwelling front: indication for active and passive retention. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 187: 118-133.
- Urías-Leyva, H. 2011. Respuesta de la comunidad de larvas de peces en la región sur de la Corriente de California ante la intrusión anómala de agua subártica y el

- evento El Niño 2002-2004. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz B.C.S., México. 117 p.
- Urias-Leyva, H., G. Aceves-Medina, R. Avendaño-Ibarra, R. Saldierna-Martínez, J. Gómez-Gutiérrez & C.J. Robinson. 2018. Regionalization in the distribution of larval fish assemblages during Winter and autumn in the Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 46(1): 20-36.
- Varotsos, C. A., C. G. Tzanis & N. V. Sarlis. 2016. On the progress of the 2015-2016 El Niño event. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 16: 2007-2011.
- Wang, S. Y., L. Hipps, R. R. Gillies & J. H. Yoon. 2014. Probable causes of the abnormal ridge accompanying the 2013–2014 California drought: ENSO precursor and anthropogenic warming footprint. *Geophysical Research Letters*. 41: 3220–3226.
- Wang, G. & H. H. Hendon. 2017. Why 2015 was a strong El Niño and 2014 was not. *Geophysical Research Letters*. 44: 8567–8575.
- Wells, B. K., I. D. Schoreder, S. J. Bograd, E. L. Hazen, M. G. Jacox, A. Leising, N. Mantua, J. A. Santora, J. Fisher, W. T. Peterson, E. Bjorkstedt, R. R. Roberson, F. P. Chavez, R. Goericke, R. Kudela, C. Anderson, B. E. Lavaniegas, J. Gomez-Valdes, R. D. Brodeur, E. A. Daly, C. A. Morgan, T. D. Auth, J. C. Field, K. Sakuma, S. McClatchie, A. R. Thompson, E. D. Weber, W. Watson, R. M. Suryan, J. Parrish, J. Dolliver, S. Loredó, J. M. Porquez, J. E. Zamon, S. R. Schneider, R. T. Golightly, P. Warzybok, R. Bradley, J. Jahncke, W. Sydeman, S. R. Melin, J. A. Hildebrand, A. J. Debich & B. Thayre. 2017. State of the California Current 2016-2017: still anything but “normal” in the north. *CalCOFI Reports*. 58: 1-55.
- Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan & M. Padilla. 2009. *Ecorregiones marinas de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 200 p.

- Whitney, F. A. 2015. Anomalous Winter winds decrease 2014 transition zone productivity in the NE Pacific. *Geophysical Research Letters*. 42: 428-431.
- Wyrski, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanology and Limnology*. 1(2):117-147.
- Zaba, K. D. & D. L. Rudnick. 2016. The 2014-2015 warming anomaly in the Southern California Current System observed by underwater gliders. *Geophysical Research Letters*. 43:1241-1248.
- Zaytzev, O., R. Cervantes-Duarte, O. Montante & A. Gallegos-García. 2003. Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of Baja California Peninsula. *Journal of Oceanography*. 59: 489-502.
- Zaytzev, O., A. Trasviña-Castro, J. Linero-Cueto, G. Gaxiola-Castro & J. Cepeda-Morales. 2014. Oceanographic conditions over the continental shelf off Magdalena Bay (Mexico) in 2011–2012. *Ciencias Marinas*. 40(2): 89-112.

12. Anexos

Anexo 1.- Listado taxonómico y abundancia total (larvas/10 m²) de las especies de la costa occidental de la Península de Baja California, durante el verano de 2014 y otoño de 2015. Afinidad faunística (AF): templado (Tm), subártico (Sa), tropical (Tr) y subtropical (Sbtr). Hábitat (H): demersal somero (Ds), demersal de profundidad (Dp), arrecifal (Ar), pelágico costero (Pc), pelágico oceánico (Po), mesopelágico (Mp) y batipelágico (Bp).

Taxa	AF	H	Abundancia (larvas·10 m ⁻²)	
			Verano 2014	Verano 2015
Orden Elopiformes				
Familia Elopidae				
<i>Elops affinis</i> Regan, 1909	Tr-Sbtr	Pc	11	8
Orden Albuliformes				
Familia Albulidae				
<i>Albula gilberti</i> Pfeiler & van der Heiden, 2011	Tr	Ds	45	
Orden Anguilliformes				
Familia Moringuidae				
<i>Neoconger vermiformis</i> Gilbert, 1890	Tr	Ds	18	
Familia Muraenidae				
Muraenidae sp. 1	Tm-Tr	Ds		38
Muraenidae sp. 19	Tm-Tr	Ds	22	
Muraenidae sp. 20	Tm-Tr	Ds	8	
Muraenidae sp. 21	Tm-Tr	Ds		5
Familia Ophichthidae				
<i>Bascanichthys</i> sp. 1	Tm-Tr	Ds	14	
<i>Myrophis vafer</i> Jordan & Gilbert, 1882	Tm-Sbtr	Ds	9	5
<i>Ophichthus triserialis</i> (Kaup, 1856)	Tr-Sbtr	Ds	97	
<i>Ophichthus zophochir</i> Jordan & Gilbert, 1882	Tr-Sbtr	Ds	96	41
<i>Ophichthus</i> sp. 3	Tr-Sbtr	Ds		5
<i>Ophichthus</i> sp. 4	Tr-Sbtr	Ds		5
Ophichthidae sp. 6	Tm-Tr	Ds		10
Familia Nemichthyidae				
Nemichthyidae sp. 2	Tm-Sbtr	Mp		11
Familia Congridae				
<i>Ariosoma gilberti</i> (Ogilby, 1898)	Tr-Sbtr	Ar		38
<i>Bathycongrus macrurus</i> (Gilbert, 1891)	Tr	Dp	5	
<i>Chiloconger dentatus</i> (Garman, 1899)	Tr-Sbtr	Ds	57	
<i>Gnathophis cinctus</i> (Garman, 1899)	Tm-Sbtr	Ds		16
<i>Heteroconger digueti</i> (Pellegrin, 1923)	Sbtr	Ds	5	5
<i>Heteroconger</i> sp. 1	Sbtr	Ds	35	
<i>Paraconger californiensis</i> Kanazawa, 1961	Tr-Sbtr	Ds		5

<i>Rhynchoconger nitens</i> (Jordan & Bollman, 1890)	Tr	Ds	5	16
Congridae sp. 20	Tm-Tr	Ds		9
Orden Clupeiformes				
Familia Engraulidae				
<i>Engraulis mordax</i> Girard, 1854	Tm	Pc	276	226
Familia Clupeidae				
<i>Etrumeus acuminatus</i> Guilbert, 1890	Sbtr	Pc		80
<i>Etrumeus sadina</i> (Mitchill, 1814)	Sbtr-Tr	Pc	17	
<i>Opisthonema</i> spp.	Tr	Pc	168	
<i>Sardinops sagax</i> (Jenyns, 1842)	Tm-Sa	Pc	294	3
Orden Gonorynchiformes				
Familia Chanidae				
<i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775)	Tr	Pc	7	
Orden Osmeriformes				
Familia Argentinidae				
<i>Argentina sialis</i> Gilbert, 1890	Tm	Dp	14	
Familia Bathylagidae				
<i>Bathylagus pacificus</i> Gilbert, 1890	Tm-Sa	Mp	5	
<i>Bathylagoides wesethi</i> (Bolin, 1938)	Tm	Mp	4,574	1,976
<i>Dolicholagus longirostris</i> (Maul, 1948)	Tr-Sbtr	Mp		5
<i>Leuroglossus schmidti</i> Rass, 1955	Tm	Mp	5	
<i>Leuroglossus stilbius</i> Gilbert, 1890	Tm	Mp	79	
<i>Lipolagus ochotensis</i> (Schmidt, 1938)	Tm-Sbtr	Mp	32	10
Bathylagidae sp. 1	Tm-Sbtr	Mp	5	
Familia Microstomatidae				
<i>Microstoma</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Mp	97	10
<i>Nansenia candida</i> Cohen, 1958	Tm-Sa	Mp	30	50
<i>Nansenia crassa</i> Lavenberg, 1965	Sbtr	Mp	120	65
Orden Stomiiformes				
Familia Gonostomatidae				
<i>Cyclothone acclinidens</i> Garman, 1899	Tm-Tr	Mp	786	514
<i>Cyclothone pseudopallida</i> Mukhacheva, 1964	Sa-Sbtr	Mp		4
<i>Cyclothone signata</i> Garman, 1899	Sa-Sbtr	Mp	994	1,991
<i>Diplophos proximus</i> Parr, 1931	Tr	Mp		295
<i>Diplophos taenia</i> Günther, 1873	Tr-Sbtr	Mp	89	105
<i>Gonostoma atlanticum</i> Norman 1930	Tr-Sbtr	Mp		13
Familia Sternoptychidae				
<i>Argyropelecus affinis</i> Garman, 1899	Sa-Sbtr	Mp	143	42
<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829	Tm-Sbtr	Mp		12
<i>Argyropelecus lychnus</i> Garman, 1899	Sa-Sbtr	Mp	43	35
<i>Argyropelecus sladeni</i> Regan, 1908	Sa-Sbtr	Mp	199	112

<i>Danaphos oculus</i> (Garman, 1899)	Sbtr	Mp		6
<i>Sternoptyx</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Bp	54	15
Familia Phosichthyidae				
<i>Ichthyococcus irregularis</i> Rechnitzer & Böhlke, 1958	Tm-Sbtr	Mp	121	94
<i>Vinciguerria lucetia</i> (Garman, 1899)	Tr	Mp	68,452	46,066
Familia Stomiidae				
<i>Astronesthes</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Mp		16
<i>Aristostomias scintillans</i> (Gilbert, 1915)	Tm-Sa	Mp		18
<i>Bathophilus filifer</i> (Garman, 1899)	Sbtr	Mp	5	177
<i>Bathophilus flemingi</i> Aron & McCrery, 1958	Tm-Sbtr	Mp		24
<i>Eustomias</i> sp. 1	Sbtr	Mp		4
<i>Idiacanthus antrostomus</i> Gilbert, 1890	Sbtr	Mp	66	55
<i>Stomias atriventer</i> Garman, 1899	Tr-Sbtr	Mp	119	203
Orden Aulopiformes				
Familia Aulopidae				
<i>Aulopus bajacali</i> Parin & Kotlyar, 1984	Tr	Dp	111	183
Familia Synodontidae				
<i>Synodus lucioceps</i> (Ayres, 1855)	Tm-Sbtr	Ar	125	1,215
<i>Synodus</i> sp. 3	Tm-Sbtr	Ar		5
Familia Scopelarchidae				
<i>Benthalbella dentata</i> (Chapman, 1939)	Tm-Sa	Mp	5	
<i>Rosenblattichthys volucris</i> (Rofen, 1966)	Tr-Sbtr	Mp	22	29
<i>Scopelarchoides nicholsi</i> Parr, 1929	Tr	Mp	5	30
<i>Scopelarchus analis</i> (Brauer, 1902)	Tr-Sbtr	Mp	64	60
<i>Scopelarchus guentheri</i> Alcock, 1896	Tr-Sbtr	Mp	37	101
<i>Scopelarchidae</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Mp	27	
Familia Evermannellidae				
<i>Evermannella ahlstromi</i> Johnson & Glodek, 1975	Tm-Sbtr	Mp	20	38
Familia Alepisauridae				
<i>Alepisaurus ferox</i> Lowe, 1833	Tm-Sbtr	Bp	9	4
Familia Paralepididae				
<i>Arctozenus risso</i> (Bonaparte, 1840)	Sa-Sbtr	Bp		3
<i>Lestidiops neles</i> (Harry, 1953)	Tr	Mp	5	357
<i>Lestidiops ringens</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	Tm	Bp	28	46
<i>Stemonosudis macrura</i> (Ege, 1933)	Tr-Sbtr	Mp	20	31
Orden Myctophiformes				
Familia Myctophidae				
<i>Benthoosema panamense</i> (Tåning, 1932)	Tr	Mp	15	531
<i>Bolinichthys longipes</i> (Brauer, 1906)	Tm-Sbtr	Mp		50
<i>Ceratoscopelus townsendi</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Tm-Sbtr	Mp	1,685	931
<i>Diaphus pacificus</i> Parr, 1931	Tr	Mp	39	1,181
<i>Diaphus theta</i> Eigenmann & Eigenmann, 1890	Tm-Sa	Mp	73	

<i>Diogenichthys atlanticus</i> (Tåning, 1928)	Sbtr	Mp	126	243
<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman, 1899)	Tr	Mp	9,036	8,626
<i>Gonichthys tenuiculus</i> (Garman, 1899)	Tr-Sbtr	Mp	224	176
<i>Hygophum atratum</i> (Garman, 1899)	Tr	Mp	240	292
<i>Hygophum proximum</i> Becker, 1965	Tr-Sbtr	Mp	3	
<i>Hygophum reinhardtii</i> (Lütken, 1892)	Sbtr	Mp	42	568
<i>Lampadena urophaos</i> Paxton, 1963	Sbtr	Mp	585	357
<i>Lampanyctus acanthurus</i> Wisner, 1974	Tm-Sbtr	Mp	5	
<i>Lampanyctus parvicauda</i> Parr, 1931	Tr	Mp	103	51
<i>Lampanyctus steinbecki</i> Bolin, 1939	Sbtr	Mp	5	9
<i>Lampanyctus</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Mp		4
<i>Loweina rara</i> (Lütken, 1892)	Tr-Sbtr	Mp	21	31
<i>Loweina</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Mp		5
<i>Myctophum aurolaternatum</i> Garman, 1899	Tr-Sbtr	Mp		103
<i>Myctophum nitidulum</i> Garman, 1899	Sbtr	Mp	167	234
<i>Myctophum</i> sp. 1	Sbtr	Mp		4
<i>Myctophum</i> sp. 2	Sbtr	Mp		4
<i>Nannobranchium bristori</i> Zahuranec, 2000	Tr-Sbtr	Mp	30	
<i>Nannobranchium hawaiiensis</i> Zahuranec, 2000	Sbtr	Mp	11	11
<i>Nannobranchium idostigma</i> (Parr, 1931)	Tr-Sbtr	Mp	74	471
<i>Nannobranchium regale</i> (Gilbert, 1892)	Tm-Sa	Mp	14	22
<i>Nannobranchium ritteri</i> (Gilbert, 1915)	Tm-Sa	Mp	87	27
<i>Nannobranchium</i> sp. 1	Tm-Sa	Mp	19	25
<i>Notolychnus valdiviae</i> (Brauer, 1904)	Tm-Sbtr	Mp	10	21
<i>Notoscopelus resplendens</i> (Richardson, 1845)	Sbtr	Mp	428	100
<i>Protomyctophum crockeri</i> (Bolin, 1939)	Tm-Sa	Mp	738	660
<i>Protomyctophum thompsoni</i> (Chapman, 1944)	Tm-Sa	Mp		5
<i>Stenobranchius leucopsarus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1890)	Sa-Sbtr	Mp		34
<i>Symbolophorus californiensis</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Tm	Mp	72	116
<i>Symbolophorus evermanni</i> (Gilbert, 1905)	Tr-Sbtr	Mp	8	
<i>Triphoturus mexicanus</i> (Gilbert, 1890)	Sa-Sbtr	Mp	10,804	4,121
<i>Triphoturus nigrescens</i> (Brauer, 1904)	Sbtr	Mp	5	

Orden Lampriformes

Familia Lophotidae

Lophotus lacepede Giorna, 1809

Tr Mp 5

Familia Trachipteridae

Desmodema lorum Rosenblatt & Butler, 1977

Sbtr Po 3

Zu cristatus (Bonelli, 1819)

Sbtr Mp 5 5

Familia Regalecidae

Regalecus glesne Ascanius, 1772

Sbtr Bp 8

Orden Gadiformes

Familia Bregmacerotidae

<i>Bregmaceros bathymaster</i> Jordan & Bollman, 1890	Tr-Sbtr	Pc	4	169
<i>Bregmaceros</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Pc	30	384
<i>Bregmaceros</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Pc	5	
Familia Macrouridae				
Macrouridae sp. 1	Sa-Tr	Bp	4	
Familia Moridae				
<i>Laemonema verecundum</i> (Jordan & Cramer, 1897)	Tr-Sbtr	Mp	9	
<i>Physiculus nematopus</i> Gilbert, 1890	Tr	Dp		5
<i>Physiculus rastrelliger</i> Gilbert, 1890	Tr	Dp	10	
Familia Merlucciidae				
<i>Merluccius productus</i> (Ayres, 1855)	Tm-Sa	Dp	5	
Orden Ophidiiformes				
Familia Carapidae				
<i>Carapus dubius</i> (Putman, 1874)	Tr	Ds	4	4
<i>Echiodon exsilium</i> Rosenblatt, 1961	Tr	Ds		17
Carapidae sp. 1	Tr-Sbtr	Ds		4
Familia Ophidiidae				
<i>Brotula</i> sp. 1	Sbtr	Ds	10	
<i>Brotula</i> sp. 2	Sbtr	Ds		4
<i>Chilara taylori</i> (Girard, 1858)	Tm-Sa	Dp	21	4
<i>Lepophidium negropinna</i> Hildebrand & Barton, 1949	Tr	Ds	67	745
<i>Lepophidium stigmatistium</i> (Gilbert, 1890)	Sbtr	Ds	134	
<i>Lepophidium</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	5	
<i>Lepophidium</i> sp. 5	Tr-Sbtr	Ds		5
<i>Ophidion scrippsae</i> (Hubbs, 1916)	Tm	Ds	42	117
<i>Ophidion</i> sp. 1	Tm	Ds	14	10
<i>Ophidion</i> sp. 3	Tm	Ds	9	
<i>Ophidion</i> sp. 4	Tm	Ds		5
<i>Spectrunculus grandis</i> (Günther, 1877)	Tr-Sbtr	Dp	5	
Ophidiidae sp. 8	Tm-Tr	Ds		12
Familia Bythitidae				
<i>Brosmophycis marginata</i> (Ayres, 1854)	Tm-Sbtr	Ds	3	
Orden Lophiiformes				
Familia Lophiidae				
<i>Lophiodes caularis</i> (Garman, 1899)	Sa-Sbtr	Dp		5
<i>Lophiodes spilurus</i> (Garman, 1899)	Sa-Sbtr	Dp	4	23
Familia Antennariidae				
<i>Fowlerichthys avalonis</i> (Jordan & Starks, 1907)	Tr-Sbtr	Dp		8
<i>Fowlerichthys</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Dp		17
Antennariidae sp. 1	Tr-Sbtr	Dp		8
Familia Ogcocephalidae				
Ogcocephalidae sp. 1	Tr-Sbtr	Dp	5	

Familia Caulophrynidae				
<i>Caulophryne</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Bp		8
Familia Melanocetidae				
<i>Melanocetus johnsoni</i> Günther, 1864	Sbtr	Mp	5	
Melanocetidae sp. 3	Tr-Sbtr	Mp		5
Familia Oneirodidae				
<i>Dolopichthys</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Bp		3
<i>Oneirodes</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Bp	10	62
<i>Oneirodes</i> sp. 2	Tm-Sbtr	Bp		73
Oneroididae sp. 1	Tm-Sbtr	Bp		5
Familia Gigantactinidae				
<i>Gigantactis</i> sp. 1	Tm-Tr	Bp	9	
<i>Gigantactis</i> sp. 2	Tm-Tr	Bp		34
Orden Mugiliformes				
Familia Mugilidae				
<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Tr-Sbtr	Pc		42
<i>Mugil</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Pc	39	
Orden Beloniformes				
Familia Exocoetidae				
<i>Cheilopogon heterurus</i> (Rafinesque, 1810)	Sbtr	Pc	465	
<i>Cheilopogon xenopterus</i> (Gilbert, 1890)	Tr	Pc	4	
<i>Fodiator rostratus</i> (Günther, 1866)	Tr-Sbtr	Pc	5	
<i>Hirundichthys</i> spp.	Tr-Sbtr	Pc		5
<i>Prognichthys tringa</i> Breder, 1928	Tr	Pc	635	
Familia Hemiramphidae				
<i>Hyporhamphus rosae</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	Tr-Sbtr	Pc	80	40
<i>Oxyporhamphus micropterus</i> (Valenciennes, 1847)	Tr-Sbtr	Pc	10	
Hemiramphidae sp. 1	Tr-Sbtr	Pc	5	
Familia Scomberesocidae				
<i>Cololabis saira</i> (Brevoort, 1856)	Sa-Sbtr	Pc	20	
Orden Stephanoberyciformes				
Familia Melamphidae				
<i>Melamphaes lugubris</i> Gilbert, 1891	Tm	Mp	175	106
<i>Melamphaes parvus</i> Ebeling, 1962	Tm	Mp	9	
<i>Melamphaes simus</i> Ebeling, 1962	Sa-Sbtr	Mp		5
<i>Melamphaes</i> sp. 1	Sa-Sbtr	Mp	43	
<i>Melamphaes</i> sp. 2	Sa-Sbtr	Mp	60	
<i>Melamphaes</i> sp. 4	Sa-Sbtr	Mp	10	
<i>Poromitra crassiceps</i> (Günther, 1878)	Sbtr	Mp	5	5
<i>Poromitra</i> sp. 1	Sbtr	Mp	5	
<i>Scopelogadus bispinosus</i> (Gilbert, 1915)	Tr	Mp	131	252

Melamphaidae sp. 2	Sa-Sbtr	Mp	25	
Melamphaidae sp. 5	Sa-Sbtr	Mp	27	
Familia Cetomimidae				
<i>Eutaeniophorus festivus</i> (Bertelsen & Marshall, 1956)	Tr-Sbtr	Mp		5
Familia Mirapinnidae				
Mirapinnidae sp. 1	Tm-Tr	Mp		5
Orden Beryciformes				
Familia Holocentridae				
<i>Myripristis</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ar	5	
Orden Syngnathiformes				
Familia Syngnathidae				
<i>Cosmocampus arctus</i> (Jenkins & Evermann, 1889)	Sbtr	Ar		3
<i>Hippocampus ingens</i> Girard, 1858	Sbtr	Ar		4
<i>Syngnathus leptorhynchus</i> Girard, 1854	Tm-Sbtr	Ds	6	
Familia Fistulariidae				
<i>Fistularia corneta</i> Gilbert & Starks, 1904	Tr-Sbtr	Pc		16
Familia Centriscidae				
<i>Macroramphosus gracilis</i> (Lowe, 1839)	Sbtr	Pc	5	
Orden Scorpaeniformes				
Familia Sebastidae				
<i>Sebastes aurora</i> (Gilbert, 1890)	Tm-Sa	Dp		3
<i>Sebastes</i> sp. 1	Tm-Sa	Dp	14	
<i>Sebastes</i> sp. 2	Tm-Sa	Dp	23	
<i>Sebastes</i> sp. 3	Tm-Sa	Dp		5
<i>Sebastes</i> spp.	Tm-Sa	Dp	4	
<i>Sebastolobus altivelis</i> Gilbert, 1896	Tm-Sbtr	Dp	5	
Familia Scorpaenidae				
<i>Pontinus</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ar		64
<i>Scorpaena guttata</i> Girard, 1854	Tm	Ds	46	4
<i>Scorpaenodes xyris</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Sa-Sbtr	Ds	39	22
Familia Triglidae				
<i>Prionotus stephanophrys</i> Lockington, 1881	Sa-Sbtr	Ds	1,931	798
<i>Prionotus</i> sp.	Sa-Sbtr	Ds	28	
Familia Hexagrammidae				
<i>Zaniolepis frenata</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Sbtr	Ds	3	
<i>Zaniolepis latipinnis</i> Girard, 1858	Sbtr	Ds	4	
Familia Cottidae				
<i>Artedius</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Ds	10	
Cottidae sp. 2	Tm-Sbtr	Ds	10	
Orden Perciformes				
Familia Serranidae				

<i>Diplectrum labarum</i> Rosenblatt & Johnson, 1974	Tr	Ds	5	
<i>Diplectrum</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ds	20	9
<i>Diplectrum</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	3	5
<i>Diplectrum</i> sp. 3	Tr-Sbtr	Ds		72
<i>Diplectrum</i> sp. 4	Tr-Sbtr	Ds	5	
<i>Diplectrum</i> sp. 6	Tr-Sbtr	Ds	56	
<i>Hemanthias signifer</i> (Garman, 1899)	Tr	Ds	14	
<i>Hemanthias</i> sp. 1	Tr	Ds	31	
<i>Paralabrax clathratus</i> (Girard, 1854)	Sbtr	Ds	4	
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Steindachner, 1868)	Tm-Sbtr	Ar	51	3
<i>Paralabrax nebulifer</i> (Girard, 1854)	Sbtr	Ar	5	
<i>Paralabrax</i> sp. 1	Sbtr	Ar		10
<i>Paralabrax</i> sp. 2	Sbtr	Ar		10
<i>Paranthias colonus</i> (Valenciennes, 1846)	Tr	Ar	71	14
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i> Gill, 1863	Tr	Ds	332	268
<i>Pseudogramma thaumasium</i> (Gilbert, 1900)	Tr	Ar	5	
<i>Pseudogramma</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ar		4
<i>Rypticus</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ar		4
<i>Serranus</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ds	30	155
<i>Serranus</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	100	28
<i>Serranus</i> sp. 3	Tr-Sbtr	Ds	7	
<i>Serranus</i> sp. 4	Tr-Sbtr	Ds	8	
Serranidae sp. 1	Tr-Sbtr	Ds	7	
Familia Priacanthidae				
<i>Pristigenys serrula</i> (Gilbert, 1891)	Sa-Tr	Ar	29	33
Familia Apogonidae				
<i>Apogon atricaudus</i> Jordan & McGregor, 1898	Tr	Ar	4	72
<i>Apogon retrosella</i> (Gill, 1862)	Tr	Ar	45	156
Apogonidae sp. 1	Tr	Ar		22
Familia Malacanthidae				
<i>Caulolatilus princeps</i> (Jenyns, 1840)	Sbtr	Ar	5	36
Familia Coryphaenidae				
<i>Coryphaena equiselis</i> Linnaeus, 1758	Tr-Sbtr	Po		9
<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	Tr	Po	50	92
Familia Carangidae				
<i>Alectis ciliaris</i> (Bloch, 1787)	Tr	Ar	9	
<i>Caranx caballus</i> Günther, 1868	Tr-Sbtr	Pc	155	66
<i>Caranx sexfasciatus</i> Quoy & Gaimard, 1825	Tr	Pc	80	
<i>Caranx</i> sp. 4	Tr-Sbtr	Pc	9	
<i>Chloroscombrus orqueta</i> Jordan & Gilbert, 1883	Tr-Sbtr	Pc	124	
<i>Decapterus</i> sp. 1	Tr	Pc		165
<i>Decapterus</i> sp. 3	Tr	Pc		5
<i>Decapterus</i> sp. 4	Tr	Pc		22

<i>Decapterus</i> spp.	Tr	Pc	41	
<i>Oligoplites</i> sp. 3	Tr-Sbtr	Pc	12	
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	Tr-Sbtr	Pc	37	11
<i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866)	Sbtr	Pc		4
<i>Seriola lalandi</i> Valenciennes, 1833	Tm-Sbtr	Pc	97	5
<i>Trachurus symmetricus</i> (Ayres, 1855)	Tm-Sa	Po	39	
Carangidae sp. 1	Tr-Sbtr	Pc	7	
Carangidae sp. 2	Tr-Sbtr	Pc	14	
Carangidae sp. 3	Tr-Sbtr	Pc	14	
Carangidae sp. 4	Tr-Sbtr	Pc		11
Familia Bramidae				
<i>Brama dussumieri</i> Cuvier, 1831	Tr	Po		13
<i>Brama japonica</i> Hilgendorf, 1878	Sa-Sbtr	Po	10	
Bramidae sp. 1	Tr	Po		10
Familia Caristiidae				
<i>Caristius macropus</i> (Bellotti, 1903)	Tm-Sbtr	Bp		6
<i>Paracaristius maderensis</i> (Maul, 1949)	Tr	Mp	11	5
Familia Lutjanidae				
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	Tr	Ar	22	
<i>Lutjanus peru</i> (Nichols & Murphy, 1922)	Tr	Ar		14
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	Tr	Ar	9	
<i>Lutjanus novemfasciatus</i> Gill, 1862	Tr	Ar	10	
<i>Lutjanus</i> sp. 2	Tr	Ar		11
Familia Gerreidae				
<i>Eucinostomus currani</i> Zahuranec, 1980	Tr-Sbtr	Ds	45	5
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill, 1863)	Tr-Sbtr	Ds	55	53
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	Tr	Ds	133	31
Familia Haemulidae				
<i>Haemulon californiense</i> (Steindachner, 1876)	Tr-Sbtr	Ds	63	67
Haemulidae sp. 8	Tr-Sbtr	Ds		10
Haemulidae sp. 9	Tr-Sbtr	Ds		4
Haemulidae sp. 12	Tr-Sbtr	Ds	14	
Familia Sparidae				
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington, 1880)	Tr-Sbtr	Ar	11	10
Familia Polynemidae				
<i>Polydactylus approximans</i> (Lay & Bennett, 1839)	Tr-Sbtr	Ds	5	
Familia Sciaenidae				
<i>Atractoscion nobilis</i> (Ayres, 1860)	Sa-Sbtr	Ds	3	
<i>Roncador stearnsii</i> (Steindachner, 1876)	Tm-Sbtr	Ds	3	5
<i>Umbrina</i> sp. 1	Sbtr	Ds	4	
Sciaenidae sp. 5	Tm-Tr	Ds	75	
Sciaenidae sp. 8	Tm-Tr	Ds	7	
Sciaenidae sp. 16	Tm-Tr	Ds	3	

Familia Mullidae				
<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)	Sbtr	Ar	128	51
Familia Kyphosidae				
Kyphosidae sp. 1	Tm-Sbtr	Ds		8
Familia Cirrhitidae				
Cirrhitidae sp. 1	Tr-Sbtr	Ds		5
Cirrhitidae sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	5	10
Familia Howellidae				
<i>Howella</i> sp. 1	Tm-Tr	Dp	5	9
Familia Pomacentridae				
<i>Azurina hirundo</i> Jordan & McGregor, 1898	Sbtr	Ar	29	
<i>Chromis alta</i> Greenfield & Woods, 1980	Sbtr	Ar	29	10
<i>Chromis punctipinnis</i> (Cooper, 1863)	Tm	Ar	770	152
<i>Chromis</i> sp. 1	Tm	Ar	20	
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill, 1862)	Sbtr	Ar		19
<i>Stegastes</i> sp. 1	Sbtr	Ar	5	
Familia Labridae				
<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864)	Tr-Sbtr	Ar		11
<i>Halichoeres semicinctus</i> (Ayres, 1859)	Tm	Ar	61	170
<i>Oxyjulis californica</i> (Günther, 1861)	Tm	Ds	113	19
<i>Semicossyphus pulcher</i> (Ayres, 1854)	Tm	Ar	13	6
<i>Thalassoma</i> sp. 1	Tr	Ds		10
<i>Thalassoma</i> sp. 2	Tr	Ds	4	
<i>Xyrichthys mundiceps</i> Gill, 1862	Tr	Ds	44	
<i>Xyrichtys</i> sp. 1	Sbtr	Ds		33
Labridae sp. 1	Tm-Tr	Ds	5	
Labridae sp. 2	Tm-Tr	Ds		10
Labridae sp. 4	Tm-Tr	Ds	9	
Labridae sp. 5	Tm-Tr	Ds		38
Labridae sp. 6	Tm-Tr	Ds		6
Familia Scaridae				
Scaridae sp. 1	Tm-Tr	Ds		79
Familia Chiasmodontidae				
<i>Chiasmodon niger</i> Johnson, 1864	Tr-Sbtr	Mp	192	167
Familia Ammodytidae				
<i>Ammodytoides gilli</i> (Bean, 1895)	Tr	Ds	5	
Familia Dactyloscopidae				
<i>Gillellus</i> sp. 1	Tm-Tr	Ds	4	
Familia Blenniidae				
<i>Hypsoblennius gentilis</i> (Girard, 1854)	Tm	Ds	11	15
<i>Hypsoblennius gilberti</i> (Jordan, 1882)	Tm	Ds	15	7
<i>Ophioblennius steindachneri</i> Jordan & Evermann, 1898	Tr-Sbtr	Ar		11
Blenniidae sp. 1	Tm-Sbtr	Ds	22	

Familia Labrisomidae

<i>Cryptotrema corallinum</i> Gilbert, 1890	Sbtr	Ds	4	
<i>Labrisomus multiporosus</i> Hubbs, 1953	Tr-Sbtr	Ar		24
Labrisomidae sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	14	
Labrisomidae sp. 4	Tr-Sbtr	Ds		8

Familia Gobiesocidae

<i>Gobiesox</i> sp. 1	Tm-Sbtr	Ds		4
-----------------------	---------	----	--	---

Familia Callionymidae

<i>Synchiropus atrilabiatu</i> s (Garman, 1899)	Sbtr	Ds	12	
---	------	----	----	--

Familia Eleotridae

<i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844)	Sbtr	Ds		19
<i>Eleotris picta</i> Kner, 1863	Tr	Ds	4	
Eleotridae sp. 3	Tr-Sbtr	Ds		16

Familia Gobiidae

<i>Acanthogobius</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ds		4
<i>Bollmannia</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ds		165
<i>Bollmannia</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	7	
<i>Bollmannia</i> sp. 3	Tr-Sbtr	Ds		65
<i>Ctenogobius manglicola</i> (Jordan & Starks, 1895)	Tr	Ds	53	16
<i>Ctenogobius sagittula</i> (Günther, 1862)	Sbtr	Ds		476
<i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert, 1892)	Sbtr	Ds		5
<i>Ilypnus gilberti</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Tm	Ds		6
<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert, 1890)	Tm	Ds	12	88
<i>Lythrypnus zebra</i> (Gilbert, 1890)	Tm-Sbtr	Ds	13	16
<i>Microgobius</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ds		5
<i>Microgobius</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	37	
<i>Rhinogobiops nicholsii</i> (Bean, 1882)	Sbtr	Ds	176	202
<i>Typhlogobius californiensis</i> Steindachner, 1879	Sbtr	Ds	5	48
Gobiidae sp. 1	Tr-Sbtr	Ds		117
Gobiidae sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	8	
Gobiidae sp. 3	Tr-Sbtr	Ds	9	11
Gobiidae sp. 5	Tr-Sbtr	Ds	4	
Gobiidae sp. 7	Tr-Sbtr	Ds	3	
Gobiidae sp. 11	Tr-Sbtr	Ds	12	
Gobiidae sp. 16	Tr-Sbtr	Ds		5
Gobiidae sp. 17	Tr-Sbtr	Ds		5
Gobiidae sp. 18	Tr-Sbtr	Ds		9
Gobiidae sp. 19	Tr-Sbtr	Ds		44

Familia Microdesmidae

<i>Clarkichthys bilineatus</i> (Clark, 1936)	Tr	Ar		67
Microdesmidae sp. 3	Tr-Sbtr	Ar		46

Familia Ephippidae

<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858)	Tr-Sbtr	Ar	10	
--	---------	----	----	--

Familia Acanthuridae				
<i>Acanthurus</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ar	5	
Familia Sphyaenidae				
<i>Sphyaena argentea</i> Girard, 1854	Tm	Pc	4	
<i>Sphyaena ensis</i> Jordan & Gilbert, 1882	Tr	Pc	15	
<i>Sphyaena</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Pc	143	
Familia Gempylidae				
<i>Gempylus serpens</i> Cuvier, 1829	Tr-Sbtr	Mp	23	30
Gempylidae sp. 1	Tr-Sbtr	Mp	5	
Familia Trichiuridae				
<i>Lepidopus fitchi</i> Rosenblatt & Wilson, 1987	Sbtr	Mp	122	4
<i>Trichiurus nitens</i> Garman, 1899	Tm-Sbtr	Mp	5	32
Familia Scombridae				
<i>Acanthocybium solandri</i> (Cuvier, 1832)	Sbtr	Po	7	5
<i>Auxis</i> spp.	Tr-Sbtr	Po	452	114
<i>Euthynnus</i> sp. 1	Tr	Po	18	
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	Tm-Sbtr	Po	10	
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782	Tm-Sbtr	Po	25	
<i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788)	Tr-Sbtr	Po		5
Familia Nomeidae				
<i>Cubiceps baxteri</i> McCulloch, 1923	Tm-Sbtr	Po	11	5
<i>Cubiceps pauciradiatus</i> Günther, 1872	Tr	Po	106	444
<i>Cubiceps</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Po		5
<i>Cubiceps</i> sp. 3	Tr-Sbtr	Po		6
<i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880	Tm-Sbtr	Mp	4	22
<i>Psenes</i> sp. 3	Tm-Sbtr	Mp	11	5
Familia Tetragonuridae				
<i>Tetragonurus atlanticus</i> Lowe, 1839	Sbtr	Po	6	
<i>Tetragonurus cuvieri</i> Risso, 1810	Tm-Sbtr	Po		10
Familia Stromateidae				
<i>Peprilus simillimus</i> (Ayres, 1860)	Sbtr	Ds	4	5
<i>Peprilus snyderi</i> Gilbert & Starks, 1904	Tr	Ds	10	
Orden Pleuronectiformes				
Familia Paralichthyidae				
<i>Ancylopsetta dendritica</i> Gilbert, 1890	Tr	Ds		5
<i>Citharichthys fragilis</i> Gilbert, 1890	Tm-Sbtr	Ds	128	11
<i>Citharichthys gordae</i> Beebe & Tee-Van, 1938	Tr	Ds	19	6
<i>Citharichthys platophrys</i> Gilbert, 1891	Tr	Ds	4	6
<i>Citharichthys sordidus</i> (Girard, 1854)	Tm-Sa	Ds	21	5
<i>Citharichthys stigmaeus</i> Jordan & Gilbert, 1882	Sbtr	Ds	242	9
<i>Citharichthys xanthostigma</i> Gilbert, 1890	Sbtr	Ds	24	
<i>Etropus crossotus</i> Jordan & Gilbert, 1882	Sbtr	Ds	160	154

<i>Etropus</i> sp. 1	Tr	Ds	8	12
<i>Hippoglossina stomata</i> Eigenmann & Eigenmann, 1890	Tm	Ds	8	10
<i>Syacium ovale</i> (Günther, 1864)	Tr	Ds		249
<i>Syacium</i> spp.	Tr	Ds	314	
<i>Xystreureys liolepis</i> Jordan & Gilbert, 1880	Tm	Ds	15	
Familia Pleuronectidae				
<i>Microstomus pacificus</i> (Lockington, 1879)	Tm	Ds	3	
<i>Pleuronichthys coenosus</i> Girard, 1854	Tm-Sbtr	Ds		13
Familia Bothidae				
<i>Bothus leopardinus</i> (Günther, 1862)	Tr	Ds	33	88
<i>Monolene asaedai</i> Clark, 1936	Tr	Ds	4	16
<i>Perissias taeniopterus</i> (Gilbert, 1890)	Tr	Ds	5	
Bothidae sp. 1	Tr	Ds		5
Familia Cynoglossidae				
<i>Symphurus atramentatus</i> Jordan & Bollman, 1890	Tr	Ar	4	
<i>Symphurus atricaudus</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	Tm	Ds	44	156
<i>Symphurus chabanaudi</i> Mahadeva & Munroe, 1990	Sbtr	Ds		5
<i>Symphurus oligomerus</i> Mahadeva & Munroe, 1990	Tr-Sbtr	Dp	9	
<i>Symphurus williamsi</i> Jordan & Culver, 1895	Tr	Ds	11	80
<i>Symphurus</i> sp. 2	Tr-Sbtr	Ds	4	
<i>Symphurus</i> sp. 6	Tr-Sbtr	Ds	3	
<i>Symphurus</i> sp. 10	Tr-Sbtr	Ds	15	
<i>Symphurus</i> sp. 13	Tr-Sbtr	Ds	19	
<i>Symphurus</i> sp. 21	Tr-Sbtr	Ds	8	
<i>Symphurus</i> sp. 22	Tr-Sbtr	Ds		5
Orden Tetraodontiformes				
Familia Balistidae				
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner 1876	Tr-Sbtr	Ar	27	9
<i>Canthidermis maculata</i> (Bloch, 1786)	Sbtr	Ar	4	
Familia Tetraodontidae				
<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)	Sbtr	Ar		8
Familia Diodontidae				
<i>Diodon</i> sp. 1	Tr-Sbtr	Ds	5	
Diodontidae sp. 1	Tm-Sbtr	Ds		13
Larvas de peces maltratadas			205	212

Anexo 2.- Especies que integraron las asociaciones de larvas de peces de la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014 y otoño de 2015.

<i>Taxa</i>	AF	H	Periodo reproductivo ^{1,2}
1 <i>Apogon atricaudus</i>	Tr	Ar	Junio-diciembre
2 <i>Apogon retrosella</i>	Tr	Ar	Mayo-diciembre
3 <i>Argyropelecus affinis</i>	Sa-Sbtr	Mp	Todo el año (otoño-primavera)
4 <i>Argyropelecus sladeni</i>	Sa-Sbtr	Mp	Todo el año (primavera)
5 <i>Aulopus bajacali</i>	Tr	Dp	Enero-marzo y junio (noviembre-diciembre)
6 <i>Auxis</i> spp	Tr-Sbtr	Po	Todo el año (agosto y septiembre)
7 <i>Bathophilus filifer</i>	Sbtr	Mp	Otoño e invierno
8 <i>Bathylagoides wesethi</i>	Tm	Mp	Todo el año (primavera- verano), máximo abril- septiembre
9 <i>Benthoosema panamense</i>	Tr	Mp	Baja ocurrencia todo el año
10 <i>Bothus leopardinus</i>	Tr	Ds	Junio a febrero Máximo octubre-noviembre
11 <i>Bregmaceros bathymaster</i>	Tr-Sbtr	Pc	Todo el año
12 <i>Bregmaceros</i> sp 1	Tr-Sbtr	Pc	Otoño e invierno
13 <i>Caranx caballus</i>	Tr-Sbtr	Pc	Todo el año
14 <i>Ceratoscopelus townsendi</i>	Tm-Sbtr	Mp	Todo el año (junio-octubre) Máximo mayo-octubre
15 <i>Chiasmodon niger</i>	Tr-Sbtr	Mp	Todo el año Máximos abril-mayo y agosto-septiembre
16 <i>Chromis punctipinnis</i>	Tm	Ar	Verano
17 <i>Citharichthys stigmaeus</i>	Sbtr	Ds	Todo el año Máximo julio-enero
18 <i>Coryphaena hippurus</i>	Tr	Po	Todo el año en aguas con temperatura $\geq 24^{\circ}\text{C}$
19 <i>Ctenogobius sagittula</i>	Sbtr	Ds	Primavera-verano

20	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	Tr	Po	Todo el año (noviembre)
21	<i>Cyclothone acclinidens</i>	Tm-Tr	Mp	Verano-otoño
22	<i>Cyclothone signata</i>	Sa-Sbtr	Mp	Todo el año Máximo verano-otoño
23	<i>Diaphus pacificus</i>	Tr	Mp	Todo el año
24	<i>Diogenichthys atlanticus</i>	Sbtr	Mp	Todo el año Máximo enero-octubre
25	<i>Diogenichthys laternatus</i>	Tr	Mp	Todo el año Máximo enero-febrero, así como agosto y octubre
26	<i>Diplophos proximus</i>	Tr	Mp	Octubre-febrero
27	<i>Diplophos taenia</i>	Tr-Sbtr	Mp	Todo el año Máximo octubre-noviembre
28	<i>Engraulis mordax</i>	Tm	Pc	Febrero-abril (diciembre-mayo)
29	<i>Etropus crossotus</i>	Sbtr	Ds	Enero-marzo y junio- octubre (septiembre)
30	<i>Eucinostomus gracilis</i>	Tr	Ds	Verano y otoño (agosto y septiembre)
31	<i>Gonichthys tenuiculus</i>	Tr-Sbtr	Mp	Todo el año Máximo diciembre-mayo
32	<i>Halichoeres semicinctus</i>	Tm	Ar	Verano a inicios de otoño
33	<i>Hygophum atratum</i>	Tr	Mp	Todo el año Máximo noviembre
34	<i>Hygophum reinhardtii</i>	Sbtr	Mp	Todo el año (verano y otoño) Máximo agosto y noviembre
35	<i>Ichthyococcus irregularis</i>	Tm-Sbtr	Mp	Todo el año
36	<i>Lampadena urophaos</i>	Sbtr	Mp	Todo el año (verano y otoño) Máximo agosto
37	<i>Lampanyctus parvicauda</i>	Tr	Mp	Todo el año
38	<i>Lepophidium negropinna</i>	Tr	Ds	Agosto-octubre
39	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	Sbtr	Ds	Agosto-diciembre

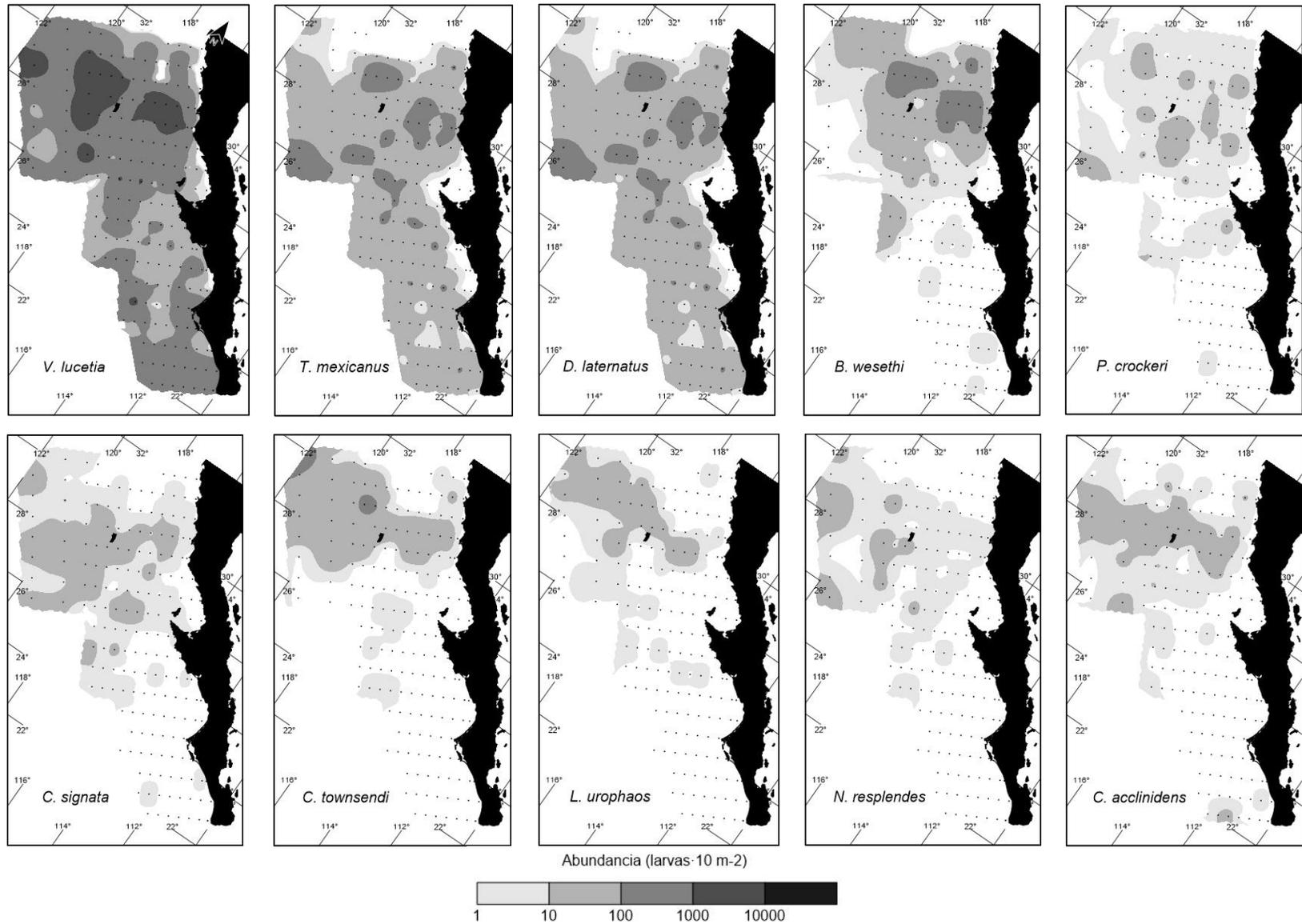
40	<i>Lestidiops neles</i>	Tr	Mp	Enero y octubre
41	<i>Melamphaes lugubris</i>	Tm	Mp	Todo el año Máximo marzo-junio.
42	<i>Myctophum aurolaternatum</i>	Tr-Sbtr	Mp	Enero-abril y septiembre- noviembre
43	<i>Myctophum nitidulum</i>	Sbtr	Mp	Todo el año (verano y otoño) Máximo agosto
44	<i>Nannobranchium idostigma</i>	Tr-Sbtr	Mp	Todo el año
45	<i>Nansenia crassa</i>	Sbtr	Mp	Todo el año Máximo enero-marzo
46	<i>Notoscopelus resplendens</i>	Sbtr	Mp	Verano y otoño Máximo agosto
47	<i>Oneirodes</i> sp 2	Tm-Sbtr	Bp	Otoño
48	<i>Ophichthus zopochir</i>	Tr-Sbtr	Ds	Todo el año
49	<i>Opisthonema</i> spp	Tr	Pc	Primavera-otoño
50	<i>Paranthias colonus</i>	Tr	Ar	Verano
51	<i>Prionotus stephanophrys</i>	Sa-Sbtr	Ds	Septiembre-octubre y febrero
52	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	Tr	Ds	Abril-diciembre Máximos en verano y otoño
53	<i>Protomyctophum crockeri</i>	Tm-Sa	Mp	Todo el año (invierno) Máximos septiembre- febrero y abril-junio
54	<i>Rhinogobiops nicholsii</i>	Sbtr	Ds	Verano
55	<i>Sardinops sagax</i>	Tm-Sa	Pc	Todo el año Máximo febrero-septiembre
56	<i>Scaridae</i> sp 1	Tm-Tr	Ds	Verano y otoño
57	<i>Scopelarchus guentheri</i>	Tr-Sbtr	Mp	Todo el año
58	<i>Scopelogadus bispinosus</i>	Tr	Mp	Todo el año (julio-noviembre)
59	<i>Serranus</i> sp 1	Tr-Sbtr	Ds	Verano y otoño
60	<i>Stomias atriventer</i>	Tr-Sbtr	Mp	Todo el año

				Máximo febrero y septiembre
61	<i>Syacium ovale</i>	Tr	Ds	Junio-enero
62	<i>Syacium spp</i>	Tr	Ds	Junio-enero
63	<i>Symbolophorus californiensis</i>	Tm	Mp	Todo el año (abril-septiembre)
64	<i>Synodus lucioceps</i>	Tm-Sbtr	Ar	Otoño e invierno (septiembre-noviembre)
65	<i>Triphoturus mexicanus</i>	Sa-Sbtr	Mp	Todo el año (primavera- otoño). Máximo mayo- octubre
66	<i>Vinciguerria lucetia</i>	Tr	Mp	Todo el año (verano y otoño) Máximo agosto-octubre

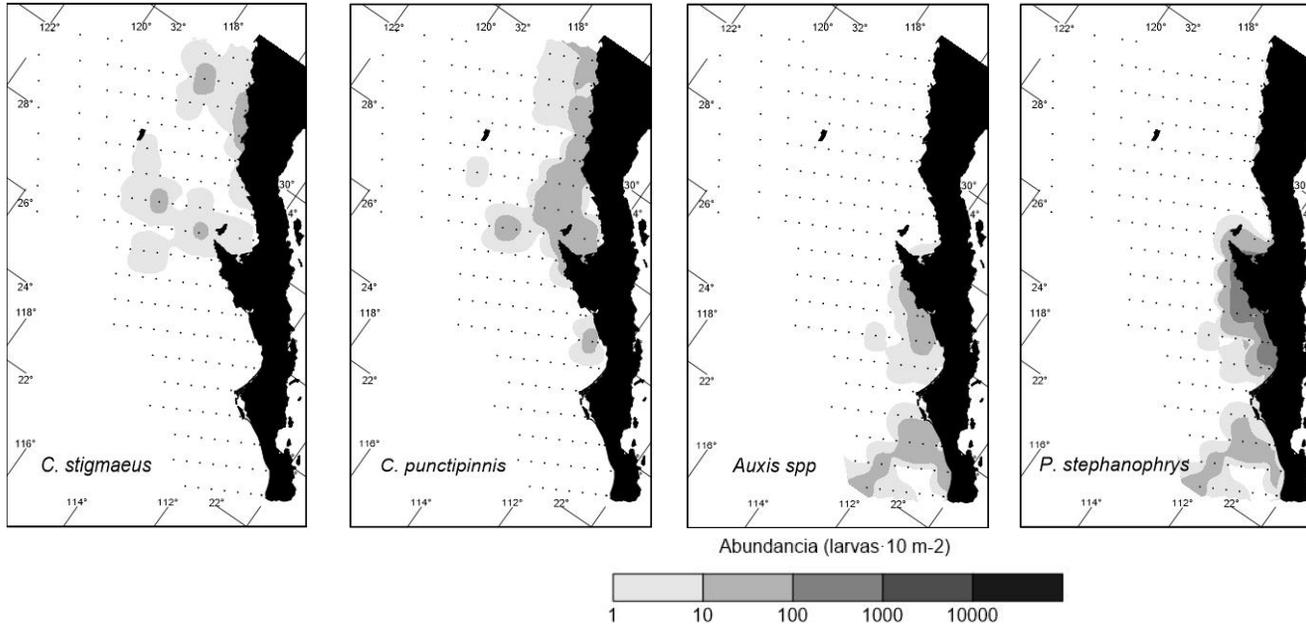
AF= Afinidad Faunística: templado (Tm), subártico (Sa), tropical (Tr) y subtropical (Sbtr). H= Hábitat: arrecifal (Ar), demersal somero (Ds), pelágico costero (Pc), pelágico oceánico (Po), mesopelágico (Mp). TA= todo el año.

Fuentes: Moser (1996)¹ y Bautista-Romero *et al.* (2018)².

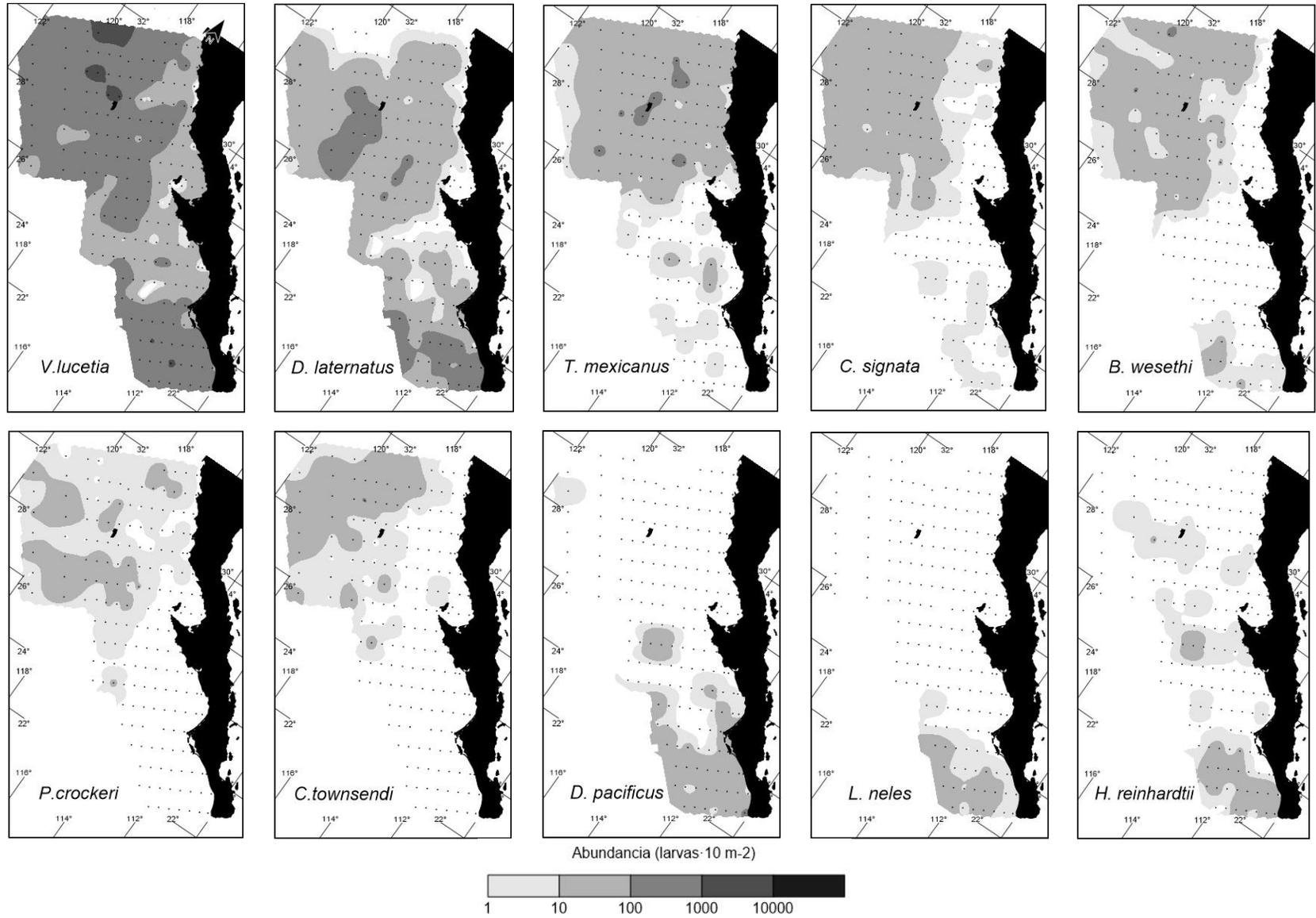
Anexo 3.- Distribución de las especies dominantes en la costa occidental de la Península de Baja California, durante verano de 2014.



Continuación Anexo 3.-



Anexo 4.- Distribución de las especies dominantes en la costa occidental de la Península de Baja California, durante otoño de 2015.



Continuación Anexo 4.-

