



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



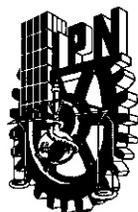
“ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES COMO
INDICADORES DE LA DINÁMICA SUPERFICIAL EN
EL PACÍFICO NORORIENTAL TROPICAL FRENTE A
MÉXICO (NOVIEMBRE 2005, MARZO 2007)”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA
CRISTINA ALICIA LEÓN CHÁVEZ

LA PAZ, B. C. S., DICIEMBRE DE 2008



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 25 del mes de Noviembre del 2008 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 de grado titulada:

"ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES COMO INDICADORES DE LA DINÁMICA SUPERFICIAL EN EL PACÍFICO NORORIENTAL TROPICAL FRENTE A MÉXICO (NOVIEMBRE 2005, MARZO 2007)"

Presentada por el alumno:

LEÓN
Apellido paterno

CHÁVEZ
materno

CRISTINA ALICIA
nombre(s)

Con registro:

A	0	7	0	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO

PRESIDENTE

DR. DAVID AURIOLES GAMBOA

SECRETARIO

DR. ROGELIO GONZÁLEZ ARMAS

SEGUNDO VOCAL

DR. EMILIO JOSÉ BEIER MARTIN
2º DIRECTOR DE TESIS

TERCER VOCAL

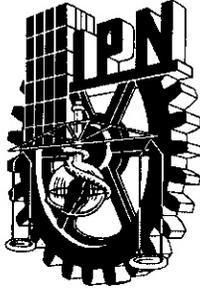
DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



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

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 25 del mes Noviembre del año 2008, el (la) que suscribe CRISTINA ALICIA LEÓN CHÁVEZ alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A070321 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO y DR. EMILIO JOSÉ BEIER MARTIN y cede los derechos del trabajo titulado: "ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES COMO INDICADORES DE LA DINÁMICA SUPERFICIAL EN EL PACÍFICO NORORIENTAL TROPICAL FRENTE A MÉXICO (NOVIEMBRE 2005, MARZO 2007)" 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. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: cristina.calc@gmail.com lsvelasc@ipn.mx ebeier@cicese.mx
Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


CRISTINA ALICIA LEÓN CHÁVEZ
nombre y firma

DEDICO ESTE TRABAJO

A

TODOS LOS MIEMBROS DE MI GRAN FAMILIA

A

MIS VIEJOS Y NUEVOS AMIGOS

A

JESÚS LEÓN Y A SINUHÉ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas y al Instituto Politécnico Nacional, por contribuir a mi formación académica, así como al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, unidad La Paz, instituciones que en conjunto me dieron todas las facilidades para llevar a cabo este trabajo.

Al apoyo recibido a través de los proyectos de investigación denominados: “Relaciones entre la distribución del zooplancton, con énfasis en larvas de peces, y los frentes térmicos y circulación de mesoescala en el Golfo de California. Tercera fase (SIP-20080486)”, al proyecto “Distribución de Larvas de peces en el Archipiélago Central del Golfo de California: Relación con frentes térmicos y con la circulación de mesoescala (CONACyT SEP-2004-C01-46349)” dirigidos por la Dra. Laura Sánchez Velasco, al proyecto CONACyT “Dinámica, termodinámica y producción primaria de la Corriente Costera Mexicana (SEP-2003-C02-42941/A1)” que forma parte de la extensión del proyecto CONACyT “Transformación y perspectivas de las actividades portuarias, pesqueras y turísticas en el litoral occidental mexicano (Contrato No. G34601S)” dirigido por el Dr. Emilio Beier., y a las becas PIFI y CONACyT.

Quiero expresar un profundo agradecimiento a mis directores de tesis: Dra. Laura Sánchez y Dr. Emilio Beier, ya que me brindaron la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica, enseñándome con su ejemplo, que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Al Dr. David Auriol Gamboa, Dr. José De la Cruz Agüero, y Dr. Rogelio González Armas por el seguimiento, revisión y aportaciones hechas a este trabajo.

Al equipo de trabajo de PROCOMEX, el Dr. Miguel Lavín, Víctor Godínez, Alejandro Kurczing, Jushiro Cepeda y Carlos Cabrera. Al Dr. Jaime Färber por las facilidades otorgadas para la obtención de las muestras de ictioplancton, en particular del PROCOMEX0511.

Al M.C. Ricardo Saldierna, Dra. Patricia Jiménez, M.C. Gustavo De la Cruz Agüero y el Dr. Andrés Abitia Cárdenas.

Al equipo de trabajo del cual formo parte en el Departamento de Plancton y Ecología Marina del CICIMAR-IPN.

ÍNDICE

Pág.

RELACION DE FIGURAS	ii
RELACION DE TABLAS	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	2
III. AREA DE ESTUDIO.....	7
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS.....	9
V. OBJETIVOS	10
V.I. Objetivo general.....	10
V.II. Objetivos particulares	10
VI. MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
VI.I. Trabajo de campo.....	10
VI.II. Procesamiento de datos de física.....	12
VI.III. Imágenes satelitales	13
VI.IV. Trabajo de laboratorio	14
VI.V. Análisis de datos biológicos	15
VII. RESULTADOS.....	20
VII.I. Composición de larvas de peces.....	20
VII.II. Distribución de especies dominantes	22
VII.III. Grupos de estaciones y asociaciones de larvas de peces	26
VII.IV. Indicadores del ambiente	41
VII.IVa. Biomasa del zooplancton.....	41
VII.IVb. Temperatura.....	43
VII.IVc. Pigmentos de clorofila	44
VII.IVd. Masas de agua.....	45
VII.IVe. Circulación geostrófica	47
VII.IVf. Circulación geostrófica obtenida mediante imágenes de altimetría	49
VII.IVg. Análisis Canónico de Correspondencias	52
VII.IVh. Componente estacional y sus residuos no-estacionales de la circulación superficial.	54
VIII. DISCUSIÓN	63
IX. CONCLUSIÓN	70
X. RECOMENDACIONES.....	70
LITERATURA CITADA.....	71

RELACIÓN DE FIGURAS

Pág.

Fig.1. Adaptada de Kessler (2006). Esquema de la circulación del Pacífico Nororiental Tropical.....	9
Fig.2. Red de estaciones llevadas a cabo durante el crucero PROCOMEX.....	11
Fig.3. Gráfico teórico de la Prueba de Olmosted-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969)...	18
Fig. 4 . Abundancia relativa de larvas de peces por taxón correspondientes al muestreo de noviembre 2005 (PROCOMEX0511)	21
Fig. 5. Abundancia relativa de larvas de peces por taxón correspondientes al muestreo de marzo 2007 (PROCOMEX0703).....	21
Fig.6. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) <i>Vinciguerria lucetia</i> , b) <i>Diogenichthys laternatus</i> c) <i>Diaphus pacificus</i> y d) <i>Cubiceps pauciradiatus</i> colectadas en noviembre de 2005 (PROCOMEX0511).	23
Fig.7. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) <i>Benthoosema panamense</i> , b) <i>Bregmaceros bathymaster</i> y c) <i>Auxis</i> Tipo I, d) <i>Auxis</i> Tipo II., colectadas en noviembre de 2005 (PROCOMEX0511).	24
Fig.8. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) <i>Vinciguerria lucetia</i> , b) <i>Diogenichthys laternatus</i> y c) <i>Bregmaceros bathymaster</i> , colectadas en marzo de 2007 (PROCOMEX0703).....	25
Fig. 9. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) <i>Myctophum aurolaternatum</i> , y b) <i>Diaphus pacificus</i> , colectadas en marzo de 2007 (PROCOMEX0703).....	26
Fig. 10 a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis, para noviembre del 2005 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (MSF), Mínimo Salino Cálido (MSC).	29
Fig. 11. a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis sin las especies <i>Vinciguerria lucetia</i> , <i>Diogenichthys laternatus</i> y <i>Bregmaceros bathymaster</i> para noviembre del 2005 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (MSF), Mínimo Salino Cálido (MSC).....	30
Fig.12. a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis, para marzo del 2007 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (MSF).....	36

Fig.13. a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis sin las especies <i>Vinciguerria lucetia</i> , <i>Diogenichthys laternatus</i> y <i>Bregmaceros bathymaster</i> , para marzo del 2007 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>).	37
Fig.14. Distribución espacial de la Biomasa de zooplancton [ml/1000 m ³] para a) noviembre del 2005 y b) marzo del 2007.....	42
Fig.15. Imagen satelital de la temperatura superficial del mar a) para noviembre de 2005 b) marzo de 2007 y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálido (<i>MSC</i>).	44
Fig.16. Imagen satelital de la clorofila a) para noviembre de 2005, b) marzo de 2007, y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálido (<i>MSC</i>).	45
Fig. 17. Diagrama (θ , S) correspondiente a los datos del PROCOMEX0511. Con colores diferentes se indican las cuatro asociaciones de larvas de peces obtenidas mediante el análisis de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálido (<i>MSC</i>).	46
Fig. 18. Diagrama [θ ,S] correspondiente a los datos del PROCOMEX0703. Con colores diferentes se indican las tres asociaciones de larvas de peces obtenidas mediante el análisis de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>),.....	47
Fig. 19. Mapa de anomalía geopotencial (alturas dinámicas), a) para noviembre de 2005, b) marzo de 2007, y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálido (<i>MSC</i>).	49
Fig. 20. Imagen satelital de altimetría [AVISO], a) para noviembre de 2005, b) marzo de 2007, y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálido (<i>MSC</i>).	51
Fig.21. Análisis Canónico de Correspondencias y asociaciones de larvas de peces de definidas en noviembre 2005. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálida (<i>MSC</i>); Clorofila (fluorescencia mg/m ³), Biomasa del zooplancton (ml/1000m ³); Temperatura (°C), Salinidad (ups); Profundidad de la isopigna de $\sigma_t = 26$ (m), Oxígeno disuelto (ml l ⁻¹).	53

Fig.22. Análisis Canónico de Correspondencias y asociaciones de larvas de peces definidas en marzo 2007. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>); Clorofila (fluorescencia mg/m ³), Biomasa del zooplancton (ml/1000m ³); Temperatura (°C), Salinidad (ups); Profundidad de la isopicna $\sigma_t = 26$ (m), Oxígeno disuelto (ml l ⁻¹).....	54
Fig.23. Descomposición del nivel del mar para noviembre del 2005. a) No-estacional. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>), Mínimo Salino Cálido (<i>MSC</i>).....	59
Fig.24. Descomposición del nivel del mar para marzo del 2007. a) No-estacional, b) Estacional. Mínimo Salino Frío (<i>MSF</i>).	62

RELACIÓN DE TABLAS

Pág.

- Tabla I. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Tropical (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc), mesopelágico (mp), demersal poco profundo (dpp), epipelágico oceánico (eo), batipelágico (bp), arrecifal (r), demersal (d) Afinidad: tropical (tr), subtropical (str), templado (tm), no determinado (nd)..... 31
- Tabla II. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Mínimo Salino Frío (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc), mesopelágico (mp), demersal poco profundo (dpp), epipelágico oceánico (eo), batipelágico (bp), pelágico (p), bentopelágico (bnp). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str), templado (tm), no determinado (nd). 32
- Tabla III. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Surgencia (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp); epipelágico oceánico (eo), arrecifal (r), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd)..... 33
- Tabla IV. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Mínimo Salino Cálido (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp); epipelágico oceánico (eo), arrecifal (r), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm). No determinado (nd). 34
- Tabla V. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Tropical (PROCOMEX0703). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp), batidemersal (bd); epipelágico oceánico (eo), epipelágico (ep), arrecifal (r), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd). 38
- Tabla VI. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Mínimo Salino Frío (PROCOMEX0703). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp), epipelágico oceánico (eo), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd)..... 39
- Tabla VII. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmostead-Tukey en la asociación Surgencia (PROCOMEX0703). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); batidemersal (bd) demersal poco profundo (dpp), demersal costero (dc) epipelágico oceánico (eo), arrecifal (r), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd). 40

RESUMEN

ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES COMO INDICADORES DE LA DINÁMICA SUPERFICIAL EN EL PACÍFICO NORORIENTAL TROPICAL FRENTE A MÉXICO (NOVIEMBRE 2005, MARZO 2007)

Las relaciones entre el desove de las especies de peces, la hidrografía y la circulación en la zona oceánica del Pacífico Nororiental Tropical frente a México (PNOTM) han sido poco estudiadas a pesar de la importancia biológica y pesquera de la región. Es así, que en este trabajo, se analiza la distribución de las asociaciones de larvas de peces y la dinámica oceanográfica en el PNOTM durante noviembre 2005 y marzo 2007. A partir de dos cruceros oceanográficos, se obtuvieron las muestras de zooplancton con red bongo; las larvas de peces fueron separadas de la muestra proveniente de la malla de 505 μm ; la biomasa de zooplancton (malla 505 μm) fue estimada mediante la técnica de desplazamiento de volumen. El índice de Bray-Curtis muestra 4 asociaciones para noviembre y 3 para marzo: **1) Tropical [Tr]**, con mayor riqueza específica (60 taxones en noviembre, 63 marzo) caracterizada en noviembre por *Auxis* Tipo II (95 larvas/10m²), *Auxis* Tipo I (73), *Benthoosema panamense* (35), *Xyrichtys mundiceps* (22), *Psenes sio* (21), *Cubiceps pauciradiatus* (20), y en marzo por *Myctophum aurolaternatum* (54), *Lestidiops neles* (43) *Bathylagoides nigrigenys* (25), *Symphurus chabanaudi* (32), *Hygophum atratum* (20); en ambos periodos dominaron *Vinciguerria lucetia* (344 noviembre, 516 marzo), *Diogenichthys laternatus* (103 noviembre, 393 marzo), *Diaphus pacificus* (28 noviembre, 48 marzo) y *Bregmaceros bathymaster* (29 noviembre, 40 marzo). **2) Mínimo Salino Frío [MSF]**, con baja biomasa del zooplancton (85 ml/1000m³ en noviembre, 70 marzo.), y bajas temperaturas ($\leq 26^\circ\text{C}$); dominado en marzo por *Hygophum atratum* (35 larvas/10m²) y en ambos periodos las especies *V. lucetia* (419 noviembre, 219 marzo) y *D. laternatus* (40 noviembre, 58 marzo). **3) Surgencia [Su]**, caracterizado por alta biomasa del zooplancton (367 ml/1000m³ noviembre y 389 marzo) dominado en noviembre por *B. panamense* (75 larvas/10m²), *D. pacificus* (28) *Dormitator latifrons* (22), *B. nigrigenys* (22), *C. platophrys* (19), *P. sio* (17), y las especies compartidas con marzo *B. bathymaster* (432 noviembre, 764 marzo), *V. lucetia* (108 noviembre, 91 marzo.) y *D. laternatus* (90 noviembre, 61 marzo.). **4) Mínimo Salino Cálido [MSC]**, exclusivo de noviembre y las especies dominantes *V. lucetia* (564 larvas/10m²), *D. laternatus* (74), *D. pacificus* (50) y *C. pauciradiatus* (23). Los resultados muestran que las asociaciones de larvas de peces están relacionadas con: la intrusión de la Corriente de California con mayor intensidad en noviembre (**MSF**); con la entrada del sur de agua tropical y ecuatorial, en particular de la Corriente Costera Mexicana (**Tr**, **MSC**) y con las surgencias locales (**Su**).

ABSTRACT

LARVAL FISH ASSEMBLAGES AS INDICATORS OF SURFACE DYNAMICS IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OFF MEXICO (NOVEMBER 2005, MARCH, 2007)

Relations between spawning of fish species spawning, hydrography and circulation in the North area of the Eastern Tropical Pacific off Mexico has received little attention despite the biological importance, and fisheries in the region. So, in this work, we analyze the distribution of the associations of fish larvae and ocean dynamics in the North Eastern Tropical Pacific off Mexico, during November 2005 and March 2007. From two oceanographic cruises, zooplankton samples were collected with a bongo net, fish larvae were separated from the sample from the 505 μm mesh, the zooplankton biomass (mesh 505 μm) was estimated by the displacement volume technique. The Bray-Curtis index shows four associations for November and three for March: 1) **Tropical [Tr]**, with greater species richness (60 taxa in November, 63 March) characterized in November by *Auxis* Type II (95 larvae/10m²), *Auxis* Type I (73), *Benthosema panamense* (35), *Xyrichtys mundiceps* (22), *Psenes sio* (21), *Cubiceps pauciradiatus* (20), and in March by *Myctophum aurolaternatum* (54), *Lestidiops Neles* (43) *Bathylagoides nigrigenys* (25), *Symphurus chabanaudi* (32), *Hygophum atratum* (20), in both periods dominated: *Vinciguerria lucetia* (344 November, 516 in March), *Diogenichthys laternatus* (103 November, 393 in March), *Diaphus pacificus* (November 28, 48 March) and *Bregmaceros bathymaster* (November 29, 40 March). 2) **Cold Saline Minimum [CSM]**, with low zooplankton biomass (85 ml/1000m³ in November, 70 March.), and low temperatures ($\leq 26^\circ\text{C}$), dominated in March by *Hygophum atratum* (35 larvae/10m²) and in both periods species *V. lucetia* (419 November, 219 March) and *D. laternatus* (40 November, 58 March). 3) **Upwelling [U]**, characterized by high zooplankton biomass (367 ml/1000m³ November and 389 in March) dominated in November by *B. panamense* (75 larvae/10m²), *D. pacificus* (28) *Dormitator latifrons* (22), *B. nigrigenys* (22), *Citharrichthys platophrys* (19), *P. sio* (17), and in March shared with *B. bathymaster* (432 November, 764 in March), *V. lucetia* (108 November, 91 marzo.) and *D. laternatus* (90 November, 61 March.). 4) **Warm Saline Minimum [WSM]**, exclusive of November and the dominant species *V. lucetia* (564 larvae/10m²) *D. laternatus* (74), *D. pacificus* (50) and *C. pauciradiatus* (23) The results show that associations of larval fish are related to: the intrusion of the California Current with greater intensity in November (**CSM**); the entry of southern tropical and equatorial water, including the Mexican Coastal Current (**Tr**, **WSM**), and the local upwelling (**U**).

I. INTRODUCCIÓN

La fase planctónica de los peces es la más vulnerable a las variaciones del ambiente y es en la que se registran las mayores tasas de mortalidad en su ciclo de vida (Hjort, 1914; Lasker, 1985). El éxito de la supervivencia de las larvas se ha asociado con la posible sincronización espacio-temporal, entre el desove de las especies de peces y la presencia de estructuras hidrográficas de mesoescala, tales como giros y frentes que limiten la dispersión de huevos y larvas a zonas poco favorables para su desarrollo, o por el contrario, que los productos de desove sean acarreados por corrientes o filamentos, entre otros, a zonas que favorezcan su supervivencia (Sinclair, 1988).

Este tipo de relaciones se ha descrito en zonas donde la hidrografía y la circulación son más conocidas. Recientemente diversos autores convergen en la idea de que la interacción entre las estrategias de reproducción, la heterogeneidad de alimento disponible, la batimetría de la plataforma continental y los procesos hidrográficos que ahí se desarrollan determinan la variación de la distribución de las asociaciones de las larvas de peces y la permanencia de éstas (Reiss *et al.*, 2000). Inclusive se ha observado que la batimetría en ciertas áreas es un factor determinante en cuanto a la composición de especies y la abundancia de las mismas, sobre todo relacionado con el hábitat de los adultos (Somakaris *et al.* 2002; Isari *et al.*, 2008). Otro factor importante que influye en la distribución de las larvas de peces es la intensidad y variación temporal de los flujos geostroficados que pueden funcionar como fronteras hidrográficas entre las asociaciones de larvas de peces (Sánchez Velasco *et al.*, 2006).

De igual manera, se ha visto que las asociaciones de larvas de peces pueden ser un buen indicador de las masas de agua en zonas oceánicas de transición, tanto de éstas masas de agua como de los frentes térmicos y giros de mesoescala que se desprenden de los mismos (Fiedler, 1986; Sassa *et al.*, 2007).

En particular, los giros de mesoescala pueden funcionar como los principales generadores de procesos de enriquecimiento en el océano e incluso transportar a los organismos planctónicos hacia el océano interior, esto varía de acuerdo a la magnitud del giro y su evolución en el tiempo (Piontkovski *et al.*, 1995; Vaillancourt *et al.*, 2003). Se ha observado que entre los giros ciclónicos y anticiclónicos, en la costa oeste de Australia, existen diferencias; en un giro ciclónico se presenta la mayor densidad de larvas de peces y una diversidad baja, y por el contrario, en un giro anticiclónico se presenta una mayor diversidad y bajas densidades de larvas de peces (Muhling *et al.* 2007); sin embargo, este comportamiento puede variar según la dinámica de oceanográfica de la región.

En el Pacífico Nororiental Tropical frente a las costas de México (PNOTM), aunque las condiciones oceanográficas son poco conocidas, se ha descrito como una región donde confluyen diversas masas de agua: del noroeste aguas subárticas transportadas por un brazo del Sistema de la Corriente de California (SCC), Kessler 2006; y por el sur aguas con características tropicales, como por ejemplo, la Corriente Costera Mexicana [CCM] (Beier *et al.*, 2003; Lavin *et al.*, 2006). Aunado a lo anterior, se ha observado mediante imágenes de satélite (Zamudio *et al.*, 2007) un continuo desprendimiento de giros hacia el interior del océano, cuyas consecuencias biológicas aun no se ha evaluado, como ejemplo el enriquecimiento de la región oceánica debido al transporte de propiedades, como lo que observó Chávez *et al.* (2002), en la costa Occidental de la Península de Baja California.

II. ANTECEDENTES

Larvas de peces

Entre los trabajos que se han enfocado a larvas de peces en el Pacífico Central Mexicano se pueden mencionar los de Ahlstrom (1971, 1972), resultado del proyecto EASTROPAC I y II, a finales de los 60's. En estos, se da un panorama general de la composición, abundancia relativa y distribución de larvas de peces en el Pacífico Oriental Tropical (POT), comparando dos

periodos del año en aguas tropicales, se encuentra que las mayores abundancias están representadas por las familias Myctophidae, Gonotostomidae, Sternopotychidae y Bathylagidae.

Loeb y Nichols (1984) estudiaron la distribución vertical y composición del ictioplancton y zooplancton en el POT, determinando que las larvas se encuentran distribuidas en su mayoría en la parte superior de la termoclina. Acal Sánchez (1991) realizó un estudio referente a la abundancia y diversidad de larvas de peces en el Pacífico Centro de México (PCM), y encuentra una dominancia de especies de hábitat mesopelágico, tales como *Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus*, y el pelágico costero *Bregmaceros bathymaster*. Posteriormente, González Armas y colaboradores (1999), confirman la presencia de larvas de *Tetrapturus audax* (marlín rayado) en el Pacífico Nororiental Tropical (PNOT), en las costas de la boca del Golfo de California y encuentran que las mayores abundancias de este pez, están relacionadas con temperaturas cálidas (>29°C).

Entre los trabajos enfocados a larvas de peces en zonas costeras del PCM (Jalisco y Colima), se encuentran los de Franco Gordo *et al.* (2001a, 2001b, 2002, 2003), en los que se definen asociaciones de larvas de peces con variación estacional y en relación a los cambios en el ambiente como la época de influencia del SCC (enero-mayo), la época de influencia de masas de agua con condiciones tropicales (julio-noviembre) y la época de transición (junio y diciembre). Cuando el fenómeno de El Niño 1997-1998 se presenta en la zona (Franco Gordo *et al.*, 2004, 2008), se observa una riqueza de especies ligeramente superior a la registrada durante el periodo previo. Sin embargo, se concluye que la estacionalidad es la que determina las fluctuaciones de la abundancia de larvas de peces y biomasa de zooplancton.

Flores Vargas *et al.* (2004) estudió en la plataforma continental frente a Jalisco y Colima la abundancia y distribución de Pleuronectiformes y encontró que *Symphurus elongatus* y *Symphurus chabanaudi* presentan sus mayores

abundancias en primavera, *Etropus crossotus*, de verano a otoño y *Syacium ovale* de otoño a invierno, siendo estas las especies dominantes durante todo el estudio. En la misma zona Siordia Cermeño *et al.* (2006), estudian la variación estacional de la dieta de las larvas de *B. bathymaster* y encuentran que su alimentación está asociada a la variación de la composición del zooplancton. En el PCM (Jalisco-Colima), Franco Gordo *et al.*, 2001a; Flores Vargas, 2004; Navarro Rodríguez & Flores Vargas, 2006; y Siordia Cermeño, 2006; concluyen que la variación estacional de la temperatura, salinidad y biomasa del zooplancton están relacionados con el patrón estacional de corrientes del PNOT, además de que la presencia de surgencias y la temporada de lluvias, influyen en los ciclos de reproducción de las especies (Navarro Rodríguez y Flores Vargas, 2006).

Fernández Álamo & Färber Lorda (2006) hacen una revisión de los trabajos relacionados con los patrones espaciales y temporales del zooplancton en la zona del POT. Observan que los patrones de abundancia espacial del zooplancton se encuentran relacionados con las principales características de la hidrografía y su circulación. Los valores más altos de la biomasa están claramente interrelacionados con las masas de agua donde la termoclina es poco profunda, asociado a las zonas costeras y procesos de surgencia oceánicas. Estas áreas incluyen los golfos de Tehuantepec, Papagayo y Panamá, el domo de Costa Rica, la zona oeste de Galápagos, y las corrientes de frontera oriental.

En este contexto, hace falta conocer qué especies de peces en estadio larvario habitan la región oceánica del Pacífico Nororiental Tropical frente a México (PNOTM) y su variación en espacio y tiempo, además de saber cómo afecta la dinámica superficial a su ciclo de vida, particularmente los primeros estadios de vida, ya que en éstos, es donde se registran las mayores mortalidades.

Hidrografía y dinámica

Los procesos hidrográficos y el sistema de circulación superficial en la región del PNOT, fueron descritos por primera vez por Wyrcki (1965). Este autor menciona que la corriente costera más importante del PNOT es la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR), la cual está asociada en su origen a la circulación ciclónica producida por el Domo de Costa Rica. La descripción de la CCCR fue hecha con base a observaciones de deriva de buques mercantes y de marina. De acuerdo a Wyrcki (1965) cuatro períodos del año pueden describir las variaciones intra-anales de la CCCR: durante junio-julio ésta corriente fluye a lo largo de la costa de América Central y México hasta Cabo Corrientes; de agosto a diciembre se desvía hacia el oeste luego de pasar el Golfo de Tehuantepec (GT); de enero a marzo la CCCR fluye directamente hacia el oeste entre los 9°N y 12°N; por último, durante abril y mayo, el brazo de la CCCR que fluye hacia el GT se desarrolla nuevamente.

Wyrcki (1965) con sus observaciones al sureste de Cabo Corrientes demuestra la presencia de un flujo suave de octubre a abril con dirección sureste [SE] (hacia afuera de la costa) que al confluir con la CCCR se dirigen conjuntamente hacia el oeste. No sólo resulta interesante que el flujo al SE de Cabo Corrientes sea considerado por Wyrcki (1965) distinto de las variaciones intra-anales de la CCCR sino también que este comportamiento no haya sido mencionado en trabajos posteriores (Beier *et al.*, 2003).

Recientemente el concepto de un flujo costero hacia el polo como una extensión de la CCCR durante el verano ha cambiado significativamente. La modelación oceánica de escala global mostró que el flujo costero hacia el polo en el sudoeste de México esta desconectada en su parte estacionaria de la Corriente Costera de Costa Rica, (Beier *et al.*, 2003). Esto también fue observado por Strub y James (2002) utilizando datos de altimetría.

Kessler (2006) utilizando observaciones históricas mostró que la conexión entre la CCCR y el flujo hacia el polo contra la costa del sudoeste de México no

es significativa. La importancia de este flujo costero observado ahora con mediciones directas de velocidades se muestra en Lavín *et al.* (2006), quienes observan además que agua del Sistema de la Corriente de California (SCC) se encuentra fuera de la costa, y que hay remolinos (mesoescala) que afectan significativamente la corriente costera, y transportan agua del SCC hacia la costa. Ésta corriente hacia el polo del sudoeste de México es un fenómeno físico independiente y para diferenciarla de la Corriente Mexicana fue propuesta por Badan Dagon (1998) como una extensión de la Corriente Costera de Costa Rica, y como Corriente Occidental Mexicana (Fig. 1) por Kessler (2006), pero previamente Beier *et al.*, (2003), Lavín *et al.* (2006) la denominaron Corriente Costera Mexicana (CCM), que es el nombre aceptado actualmente.

Zamudio *et al.* (2007) encuentran que la región de Cabo Corrientes y las Islas Marías se caracteriza por flujos polares de las corrientes costeras, impulsada por el forzamiento local del viento en las costas. Las corrientes locales costeras se intensifican o decaen cuando se generan ondas largas de Rossby sobre la costa producto de la transferencia de vorticidad producida por el esfuerzo rotacional del viento. Los remolinos anticiclónicos se generan por interacción entre las corrientes locales y la topografía de la zona. La formación de remolinos varía interanualmente, aumentando (disminuyendo) durante años El Niño (La Niña).

Bulgakov y Martinez (2006) mediante pruebas numéricas encuentran que para la zona de surgencias del PCM los vientos más favorables son los del NO seguidos en orden de importancia los del N, NE y E. Los casos con viento soplando del NO, generan surgencias de acuerdo a la teoría general. Las irregularidades topográficas en Cabo Corrientes juegan un importante rol en las surgencias con viento del Este.

III. AREA DE ESTUDIO

De manera general el PNOTM es una región de transición de aguas tropicales al sur con aguas de origen subárticas al norte. La CCM transporta aguas tropicales desde el Cuenco de Tehuantepec hasta el Golfo de California. Otra fracción podría alimentar el SCC y en especial la Corriente de Davidson que se acerca a las costas de Baja California. Las aguas subtropicales pueden ser encontradas muy lejos al norte y juegan un importante rol en los procesos de surgencias a lo largo de la costa oeste en la península de Baja California.

A grandes rasgos, la circulación en el Pacífico Nororiental Tropical (PNOT) al oeste de los 120 °W está definida por dos grandes giros oceánicos, uno ciclónico al sur y otro anticiclónico hacia el norte de los 20°N, representados en la figura 1 por la Corriente de California y la corriente Norequatorial que aproximadamente a los 20°N fluyen de manera conjunta hacia el oeste. La estructura de los dos grandes giros y sus corrientes asociadas del borde continental prevalecen en todo el margen oriental del Pacífico, excepto desde la boca del Golfo de California hasta los 8°N y desde la costa de México hasta los 120°W donde las variaciones en la altura del cordón montañoso (Tehuantepec y Papagayos) canalizan el viento del este e imprimen en el océano adyacente su propia circulación.

La diferencia en la presión atmosférica durante invierno entre el golfo de México y el POT fuerza intensos chorros de viento a través de continente y paso de montañas cerca de los Istmos de Tehuantepec, Papagayos y Panamá, que conduce flujos costeros, provoca intensa mezcla vertical e induce a la formación de giros (anticiclónicos) que se propagan afuera de la costa al interior del Pacífico proporcionando así una importante variabilidad de mesoescala para el PNOT , (en invierno) el cruce de los vientos que impulsan las corrientes costeras, causan una intensa mezcla vertical e inducen la formación de giros (anticiclónicos) que se propagan lejos de la costa en el Pacífico, Trasviña *et al.* (1995). En esta zona en lugar de presentarse para verano la CCCR como lo

describió Wirtki (1965) se observa un remolino de verano sobre el terreno capaz de influir en grandes zonas de la región del POT e incluso para este periodo es posible ver el cruce de chorros de viento induciendo remolinos en la región aunque son débiles comparados con los de invierno y por tanto se presenta una circulación transitoria bipolar dentro del Golfo de Tehuantepec [anticiclónica-ciclónica] (Trasviña *et al.*, 2008).

En cuanto a la productividad primaria, el aumento en el suministro de las tasas de macronutrientes mantiene los niveles de producción primaria en el PNOT por encima de aquellas de giros subtropicales oligotróficos del norte y sur. Por otro lado, la ausencia del micronutriente Fe limita el crecimiento del fitoplancton (y la fijación de nitrógeno) sobre grandes porciones del océano abierto del PNOT. Los registros de productividad primaria altos ocurren en zonas costeras donde el suministro de Fe y macronutrientes se da en abundancia en la superficie. En estas áreas costeras eutróficas dominan células grandes de fitoplancton, a la inversa que en el océano abierto donde células pequeñas de fitoplancton están presentes (Pennington *et al.*, 2006)

En el PNOT los factores importantes que influyen en los patrones verticales son la fuerte termoclina y la baja concentración de oxígeno en las aguas por debajo de la termoclina. La distribución vertical y la migración son a menudo restringidas por la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO) que se extienden verticalmente de alrededor de los 50 a 1200 m, pero varía, considerablemente dependiendo de la localización, las corrientes y otros factores. Esta zona puede ser definida como el área donde el oxígeno cae por debajo de los $\sim 45 \mu\text{mol kg}^{-1}$. Y puede ser una barrera efectiva para muchos organismos pero que también ofrece un incremento de suministro de comida y refugio de muchas especies adaptadas a estas condiciones. Las aguas de bajo contenido de oxígeno, se encuentran comúnmente hacia el ecuador, debido a que allí la advección horizontal es débil y el consumo biológico es grande (Fernández Álamo & Färber Lorda, 2006).

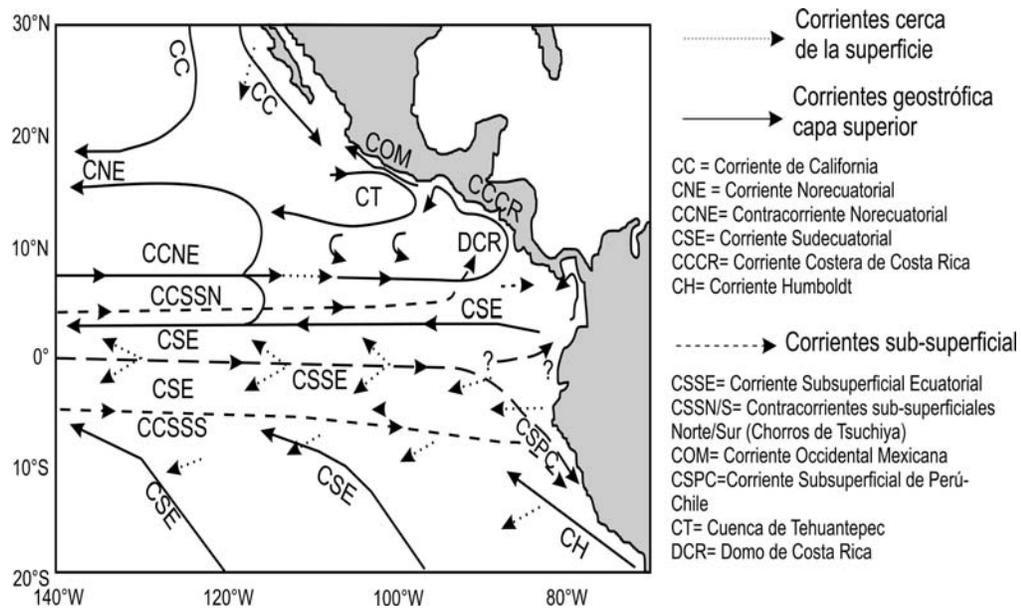


Figura 1. Adaptada de Kessler (2006). Esquema de la circulación del Pacífico Nororiental Tropical obtenida a partir de la hidrografía histórica. La Corriente Occidental Mexicana se denomina así debido a Kessler (2006), pero previamente Beier *et al.*, (2003), Lavín *et al.* (2006) la denominaron Corriente Costera Mexicana, que es el nombre aceptado actualmente.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS

Las relaciones entre el desove de las especies de peces, la hidrografía y la circulación en la zona oceánica del PNOTM han sido poco estudiadas a pesar de la importancia biológica y pesquera de la región. El estudio de la interacción entre las larvas de peces y la oceanografía fuera de la plataforma continental, puede apoyar a determinar el potencial biológico de la región aportando conocimientos recientes sobre ciclos de vida de especies de peces, detectando qué especies desovan, cuándo y dónde.

Es así que con base en observaciones del sistema de corrientes descrito por diversos autores (Beier, *et al.*, 2003; Lavín *et al.*, 2006; Kessler, 2006) y antecedentes de larvas de peces (Ahlstrom 1971,1972; Acal Sánchez, 1991; Franco Gordo *et al.* 2001a, 2001b, 2002, 2003, 2004, 2008, etc.), se propone la siguiente hipótesis de trabajo:

En términos generales se espera encontrar una asociación de larvas de peces con dominancia de especies mesopelágicas, que indique la presencia del Sistema de la Corriente de California, una segunda asociación de larvas de peces con especies de diversos hábitats como epipelágicos, demersales costeros y mesopelágicos, que indique la presencia de la Corriente Costera Mexicana; y una asociación de transición dada la dimensión del área de estudio. Así mismo, se espera encontrar variación en el área de distribución de las asociaciones como reflejo de la variación de las corrientes de la zona entre noviembre del 2005 y marzo del 2007.

V. OBJETIVOS

V.I. Objetivo general

Conocer la distribución de las asociaciones de larvas de peces y su relación con la dinámica superficial en el Pacífico Nororiental Tropical (Mazatlán a Colima, México) durante noviembre del 2005 y marzo del 2007.

V.II. Objetivos particulares

1. Conocer la composición de las larvas de peces.
2. Detectar grupos de estaciones y asociaciones de larvas de peces.
3. Relacionar la distribución de las asociaciones de larvas de peces con la dinámica oceánica (velocidades geostróficas, anomalía geopotencial, masas de agua).

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

VI.I. Trabajo de campo

En este trabajo se analizaron dos cruceros realizados en la zona oceánica del Pacífico Nororiental Tropical, frente a las costas de México (desde Mazatlán a Colima), entre los 16° y 23° de latitud Norte y 104° a 111° de longitud Oeste. Los cruceros oceanográficos utilizados corresponden al **PR**ograma

Oceanográfico del Occidente de MÉxico (PROCOMEX) hechos a bordo del Buque Oceanográfico "Francisco de Ulloa" (Fig. 2).

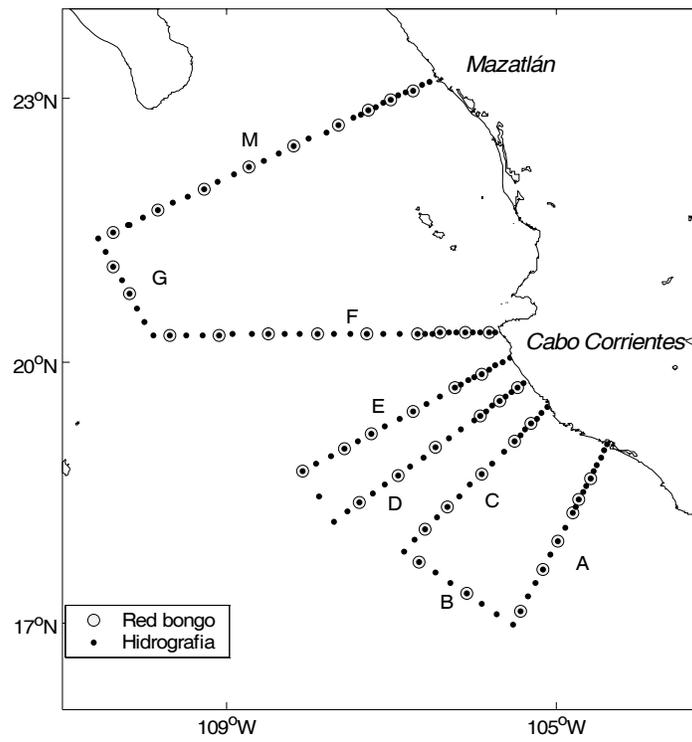


Figura 2. Red de estaciones llevadas a cabo durante el crucero PROCOMEX.

Las campañas fueron realizadas del 8 al 21 de noviembre del 2005 (PROCOMEX0511) y del 7 al 22 de marzo del 2007 (PROCOMEX0703). Cada campaña estuvo monitoreada en tiempo real usando datos de satélite en tiempo *cuasi* real y en línea <http://imsato.cicese.mx/index.html>, lo cual permitió tener una visión sinóptica del clima oceánico antes de realizar una estación oceanográfica. Se cuenta con datos hidrográficos (CTD) cada 10 Km en los primeros 10 lances cercanos a la costa de cada transecto (Fig. 2), fuera de la costa la separación entre estaciones de muestreo es de 20 km.

La recolección de muestras de zooplancton se realizó con una red bongo con diámetro de boca de 60 cm y abertura de malla de 505 y 333 micras, con arrastres oblicuos desde el fondo a la superficie o desde los 200 m a la

superficie en regiones profundas, en trayectoria circular a una velocidad de 2.5 nudos siguiendo la metodología recomendada por Smith y Richardson (1979); los muestreos fueron tanto diurnos como nocturnos dependiendo de la hora de arribo a cada estación. En ambos cruceros el volumen de agua filtrada se calculó usando un flujómetro calibrado colocado en la boca de las redes. Cada muestra se fijó en formaldehído al 5% amortiguado con borato de sodio.

VI.II. Procesamiento de datos de física

Durante las campañas se hicieron 152 estaciones con CTD, de las cuales 46 correspondieron a los muestreos biológicos. Del CTD se obtuvieron datos de temperatura, salinidad fluorimetría y oxígeno disuelto. La depuración y procesamiento de los datos hidrográficos y la metodología se encuentran en Godínez Sandoval *et al.* (2006, 2007).

Con el propósito de eliminar el ruido de pequeña escala se utilizó una técnica del análisis objetivo. Los campos hidrográficos fueron promediados a 5 dbar, y luego mapeados espacialmente utilizando una función de covarianza Gaussiana con escalas de longitud de 50 km, casi el doble del radio de deformación de Rossby local. La altura geopotencial fue obtenida desde los campos mapeados de temperatura potencial y salinidad, θ y S respectivamente por medio de la integración de la anomalía del volumen específico desde el nivel de referencia de 500 m.

Las velocidades geostróficas, V_g se obtienen como:

$$V_g(p, x) = f^{-1} \frac{\Delta D(p, x)}{\Delta x},$$

donde $\Delta D(p, x)$ es la diferencia en la anomalía geopotencial separada una distancia Δx , $f = 2\omega \sin \varphi$, es el parámetro de Coriolis, φ es la latitud y ω la velocidad angular de la tierra.

VI.III. Imágenes satelitales

Temperatura superficial de océano y Clorofila

Para poder obtener una visión sinóptica de la distribución de la clorofila y temperatura superficial en el área de estudio se utilizaron imágenes satelitales semanales (ocho días) de temperatura de la superficie del océano y clorofila superficial de MODIS <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/PRODUCTS/> de 4 km de resolución, durante el periodo 2005 y 2007. Estas se obtuvieron del servidor <ftp://oceans.gsfc.nasa.gov/MODISA/Mapped/8Day/> y se procesaron con rutinas pertenecientes al laboratorio de imágenes satelitales del proyecto PROCOMEX II, <http://imsato.cicese.mx/index.html>, las rutinas consisten en depurar las imágenes del posible ruido introducido por nubes, para ello se calcula la varianza espacial de cada imagen y luego se descartan valores mayores o menores a 2.5 veces la varianza local.

Altimetría

Una forma de complementar la circulación geostrófica observada en los cruceros es calculando las velocidades geostróficas obtenidas mediante los gradientes espaciales de las anomalías del nivel del mar del altímetro. Las anomalías satelitales del mar cada 8 días, se obtuvieron del servidor público imágenes de altimetría <http://www.aviso.oceanobs.com/> para el periodo agosto del 1992 hasta enero del 2008. Los gradientes horizontales de las anomalías del nivel mar son proporcionales a las velocidades geostróficas y representan el movimiento de la capa superior del océano de los primeros 500 m (Strub & James, 2002). A las anomalías altimétricas se les suma la altura dinámica

absoluta (que representa el valor medio del nivel del mar) obtenida del banco de datos hidrográficos históricos de Levitus disponibles a ¼ de grado de resolución en http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA01/qd_ts01.html (Levitus & Boyer, 1994; Levitus *et al.*, 1994). El conjunto de datos obtenidos y que representa la altura del nivel del mar cada ocho días desde agosto de 1992 a enero del 2008 se descompone en dos partes: el primero es la componente estacional; y el otro sus residuos (no estacionales, compuesto por oscilaciones de mesoescala e interanuales). El método utilizado se puede encontrar en (Mercuri., 2007 y referencias en este trabajo), consiste en un ajustar por cuadrados mínimos la señal estacional compuesta del valor medio, la componente anual, más la componente semianual. Los residuos a la estacionalidad corresponden a escalas cortas intra-anales y escalas interanuales como El Niño/La Niña.

Para completar la información del ambiente se elaboraron mapas de distribución horizontal de la biomasa del zooplancton, temperatura superficial del mar, clorofila, altimetría, y anomalía geopotencial, todos estos mapas se hicieron con el programa MATLAB 6.1.

VI.IV. Trabajo de laboratorio

La biomasa del zooplancton fue estimada (malla 505 µm) mediante la técnica de desplazamiento de volumen (Beers, 1976). El volumen obtenido se normalizó a ml/1000 m³ (Smith, 1971) con la siguiente formulación:

$$\text{Biomasa (ml/1000 m}^3\text{)} = \text{volumen de la muestra (ml)} * 1000 / \text{volumen filtrado (m}^3\text{)}$$

Las larvas de peces de ambos cruceros fueron removidas de las muestras provenientes de la red bongo (malla 505 µm) y fueron identificadas con el Atlas CalCOFI No. 33, (Moser *et al.*, 1996). Para la familia Cynoglossidae, se utilizaron las descripciones de: Yevseyenco *et al.*, (1990); Aceves Medina *et al.*, (1999) y Evseenko & Statu, (2000).

VI.V. Análisis de datos biológicos

Ya obtenida la matriz de datos de taxón/estación se llevó a cabo la estandarización de los mismos en relación al número de larvas con respecto a la superficie marina (m^2) de acuerdo a Smith & Richardson (1979) con la siguiente fórmula:

$$C = 10 \left(a^{-1} b^{-1} c d \right) \text{ donde,}$$

- C número de larvas por la unidad de área del mar (en este caso $10 m^2$);
- a área de la boca de la Red Bongo en m^2 ,
- b largo de la trayectoria del arrastre en metros;
- c número de larvas en la muestra,
- d profundidad máxima del lance en metros.

El valor a se deriva de la formula de la superficie de un círculo de 60 cm de diámetro (0,3 m de radio):

$$\begin{aligned} a &= \pi r^2 \\ &= 3.141(,3)^2 \\ &= 0.2827 \end{aligned}$$

el valor b se obtiene del flujómetro calibrado;

$$b = fr$$

" f " es el factor de calibración en metros por revolución (m/rev) para el flujómetro dado, para un número dado de revoluciones por segundo; y " r " es el número de revoluciones del flujómetro durante el arrastre.

El valor " d " se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = W \cos(\tan^{-1} T)$$

" W " es la máxima longitud del cable largado en metros (m); " T " es la tangente promedio del ángulo del cable tomada a intervalos de 30s (cada 10 m) durante la fase de izado del lance;

$$T = \frac{1}{n} \sum_1^n \tan \theta$$

y " θ " es el ángulo del cable largado.

Para obtener grupos de estaciones y por lo tanto las asociaciones de larvas de peces, la matriz estandarizada fue transformada aplicando la raíz cuarta ya que así se reduce el peso de especies abundantes; y se aplicó el Índice de disimilitud de Bray Curtis (1957). Es importante recordar que el concepto contrario a la similitud es el de disimilitud, el cual es el grado en que dos muestras se diferencian una de la otra. A pesar de que la similitud y la disimilitud son sólo las dos caras de una misma moneda, esta última es un punto de partida más natural en la construcción de ordenaciones, en la que disimilitudes (δ) entre pares de muestras se convierten en distancias (d) entre los lugares de la muestra en un "mapa". Así pues, una gran disimilitud implica que las muestras deberían estar situadas a distancia mayor unas de otras, y disimilitudes cercanas a 0 implican una ubicación cercana (δ siempre debe ser positivo). La formulación del Índice disimilitud de Bray Curtis es:

$$\delta_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum (Y_{ij} + Y_{ik})}$$

Y_{ij} = número de la especie i en la muestra j ;

Y_{ik} = número de la especie i en la muestra k ;

δ_{jk} = la disimilaridad entre las muestras j y k sumadas sobre todas las especies. Los rangos de δ_{jk} son de 0 (número idéntico para todas las especies) a 1 (sin especies en común) y el complemento de la similitud S_{jk} : $S_{jk} = 1 - \delta_{jk}$.

Este índice es robusto ya que incorpora el coeficiente presencia/ausencia de las especies, junto con sus respectivas abundancias y es ampliamente

utilizado en el estudio de comunidades marinas (Field *et al.*, 1982). A partir de los datos obtenidos del Índice de disimilitud de Bray Curtis se obtuvo un dendrograma mediante el método de unión flexible (β -25). Este dendrograma es un diagrama en forma de árbol hecho con los resultados del análisis de agrupamiento que indican cómo se relacionan dichas variables, estos análisis fueron hechos con el programa ANACOM, versión 3.0 (De la Cruz Agüero, 1994).

Adicionalmente, para poder conocer la influencia de las especies de amplia distribución y altas abundancias sobre la formación de las asociaciones, se construyó una matriz más en la que se excluyen estas especies (>60% abundancia total), las cuales para ambos periodos fueron: *Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus* y *Bregmaceros bathymaster*. A partir de esta matriz, se obtuvieron nuevamente grupos de estaciones y asociaciones de larvas de peces con la metodología descrita y aplicada a las matrices completas.

Para poder conocer la ubicación jerárquica de las especies dentro de cada asociación (matriz completa y matriz excluyendo especies de alta frecuencia y abundancia) se determinó utilizando la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal & Rohlf, 1969) extrapolada a comunidades biológicas por García de León, 1988 (González Acosta, 1998). La prueba de Olmstead-Tukey (Fig. 3) da una jerarquía de acuerdo a las abundancias relativas promedio de cada taxón con respecto a sus frecuencias relativas promedio, quedando esta jerarquización en taxa: *dominantes*, *ocasionales*, *constantes* y *raros*

Los taxa *Dominantes* son los que tienen valores relativos de frecuencia y abundancia mayores a la media aritmética; los *Ocasionales* son taxa con abundancia relativa mayor a su valor promedio, pero con valores de aparición inferiores al promedio de la frecuencia relativa; los taxa *Constantes* son aquellos cuyos valores de frecuencia relativa está por arriba de su promedio y tienen una abundancia relativa por debajo de su media aritmética y los taxa *Raros* se

caracterizan por sus bajas abundancias y frecuencias relativas de aparición, ambos valores están por debajo de sus respectivas medias aritméticas.

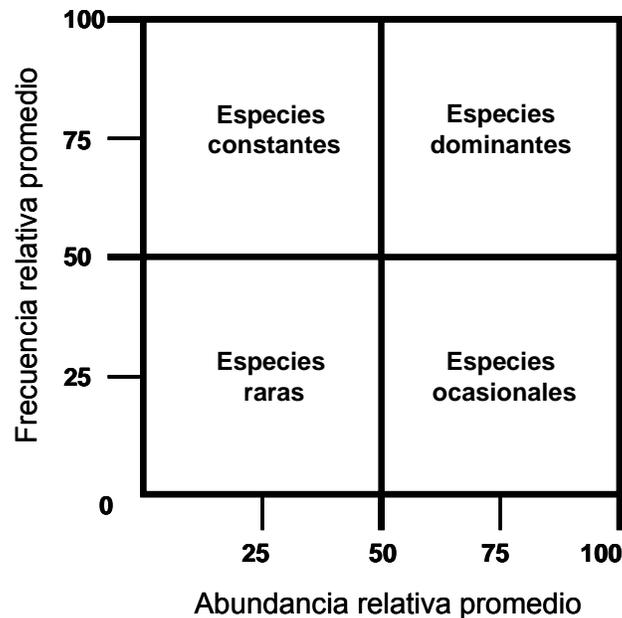


Figura 3. Gráfico teórico de la Prueba de Olmosted-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), modificada por García de León (1988), donde se determina la separación de las especies de acuerdo a los valores de abundancia y frecuencia relativa. Tomado de González Acosta (1998).

Con respecto a los parámetros ambientales *in situ*, pertenecientes a cada periodo de muestreo se elaboraron las matrices considerando: la temperatura, la salinidad, el oxígeno y la fluorescencia integrados desde la superficie hasta los 60m de profundidad, también se obtuvo como indicador ambiental la profundidad de la isopigna de $\sigma_t=26$ ya que es la que mejor representa para la región los movimientos estacionales de las isopignas (Kessler, 2006).

Para poder conocer la relación entre las asociaciones de larvas encontradas y el ambiente se hizo el Análisis Canónico de Correspondencias (ACC) ya que este permite relacionar la abundancia de especies con las variables del entorno. La solución del ACC se muestra en un diagrama de

ordenación con los sitios y especies representadas por puntos y las variables ambientales representadas por flechas. Las especies y puntos de muestreo conjuntamente representan los patrones dominantes en la composición de la comunidad, la medida en que estos pueden ser explicados por las variables ambientales y los puntos de especies, y las flechas de las variables ambientales conjuntamente reflejan la distribución de las especies a lo largo de cada variable ambiental (Ter Braak, 1986), el análisis se hizo con el programa Palaeontological community and Diversity Analysis (Hammer, 2002).

La incorporación de los parámetros ambientales se realiza como parte de la estimación de las coordenadas de las estaciones. Dada la ponderación de las estaciones por las especies, se estiman nuevas coordenadas de las estaciones mediante regresión múltiple con respecto a los parámetros. Las nuevas coordenadas a su vez, ponderan las posiciones de las especies, las que de nuevo, generan nuevas coordenadas de estaciones, que entran otra vez a la regresión múltiple contra los parámetros y así sucesivamente hasta obtener la convergencia apropiada para el proceso. Los parámetros de la regresión final en el proceso iterativo, son los coeficientes canónicos, mientras que la correlación múltiple de esta regresión es llamada la correlación especies-ambiente (De la Cruz Agüero, 1994).

Por último, para llevar a cabo la asignación de los nombres de cada asociación de larvas de peces, se consideraron todas las variables antes mencionadas, desde la caracterización del ambiente hasta la composición taxonómica de las asociaciones.

Debido a que este trabajo está enfocado a conocer la relación de las asociaciones con su ambiente y en especial con la dinámica de la capa superficial se ha tenido en cuenta posibles indicadores de una convergencia de aguas de distinto origen. La salinidad puede usarse como un trazador de los movimientos de las masas de agua, en particular el agua del SCC muestra un mínimo de salinidad de origen subártico alrededor de los 40 metros de

profundidad mientras que las aguas de origen tropical-ecuatorial tienen un mínimo de salinidad superficial. En la medida que algún grupo muestre una de estas características nos indicará una posible confluencia de aguas de latitudes contrapuestas. Con el mismo razonamiento aguas cercanas a la costa, relativamente frías y salinas indicarán una posible asociación con la dinámica de las surgencias costeras. Los nombres de cada asociación se verán justificados por los propios resultados de esta tesis.

VII. RESULTADOS

VII.I. Composición de larvas de peces

Con respecto a noviembre del 2005 se identificaron un total de 7,095 larvas pertenecientes a 57 familias, 103 géneros, 91 especies y 26 morfotipos incluidos en un total de 131 taxones. Las familias con más taxones representados fueron Myctophidae con 11, Cynoglossidae con ocho, Congridae, Serranidae y Paralichthyidae con seis taxones cada uno.

Las especies que presentaron las mayores abundancias relativas (Fig. 4) fueron *Vinciguerria lucetia* (46%), *Bregmaceros bathymaster* (12%), *Diogenychthys laternatus* (9%), *Diaphus pacificus* (4%), *Benthoosema panamense* (3%), *Auxis* Tipo I (3%), *Auxis* Tipo II (2%) y *Cubiceps pauciradiatus* (2%), contribuyendo con el 80% de la abundancia total.

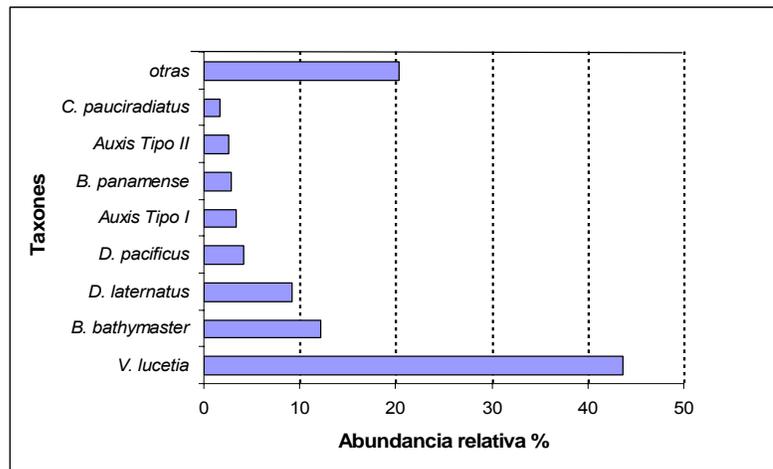


Figura 4. Abundancia relativa de larvas de peces por taxón correspondientes al muestreo de noviembre 2005 (PROCOMEX0511).

Para el muestreo de marzo del 2007 se identificaron un total de 9,737 larvas correspondientes a 44 familias, 86 géneros, 69 especies y 15 morfotipos, los cuales se incluyen en un total de 97 taxones. Las familias con más taxones representados fueron Myctophidae con nueve, Cynoglossidae, Carangidae y Paralichthyidae con seis taxones cada uno y Congridae con cinco taxones.

Las especies que presentaron las mayores abundancias relativas (Fig. 5) fueron *V. lucetia* (31%), *B. bathymaster* (22%), *D. laternatus* (22%), *Myctophum aurolaternatum* (3%) y *D. pacificus* (3%), contribuyendo con el 81% de la abundancia total.

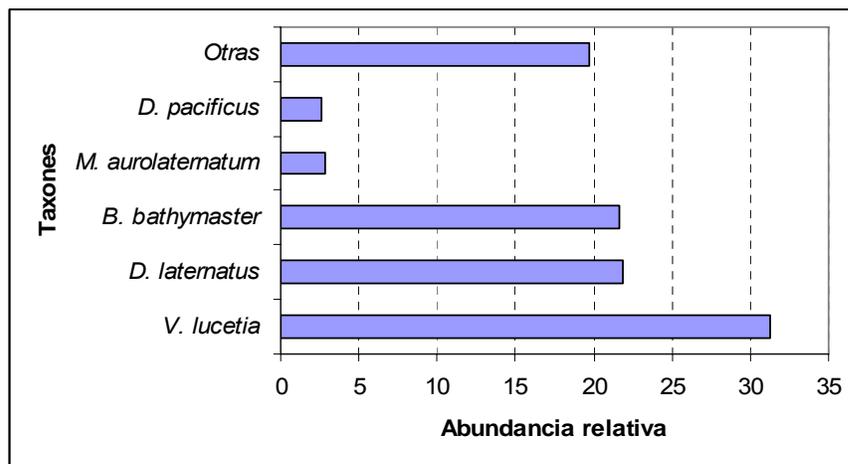


Figura 5. Abundancia relativa de larvas de peces por taxón correspondientes al muestreo de marzo 2007 (PROCOMEX0703).

VII.II. Distribución de especies dominantes

Noviembre

En noviembre del 2005 los taxones con amplia distribución en el área de estudio se presentan en la figura seis; donde se observa que los valores mayores de abundancia de *V. lucetia* (Fig. 6a) están al norte del área de estudio, en general tiene la distribución y abundancia más altas durante el muestreo. Los valores de *D. laternatus* (Fig. 6b) se presentan en la costa disminuyendo hacia la zona oceánica. Mientras que para *D. pacificus* (Fig. 6c) y *C. pauciradiatus* (Fig. 6d) sus mayores abundancias se presentan en la zona oceánica centro-sur del área de estudio.

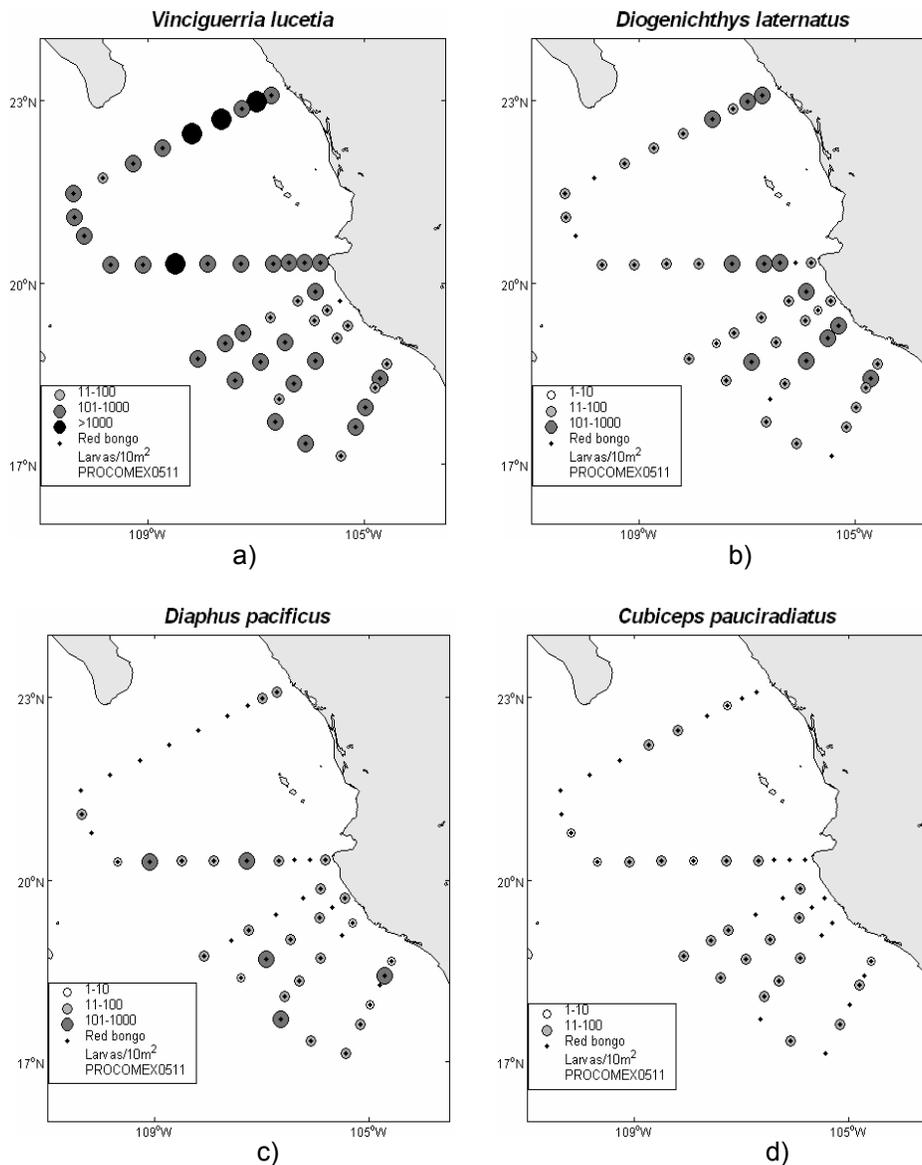


Figura 6. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) *Vinciguerria lucetia*, b) *Diogenichthys laternatus* c) *Diaphus pacificus* y d) *Cubiceps pauciradiatus* colectadas en noviembre de 2005 (PROCOMEX0511).

Las larvas de *B. panamense* (Fig. 7a) presentaron puntos dispersos en el océano en la zona centro del área de estudio (paralela a la costa), las de *B. bathymaster* (Fig. 7b) se distribuyeron principalmente en la zona frente a Cabo Corrientes cerca de la costa y *Auxis* Tipo I (Fig. 7c) presentó puntos distribuidos en toda el área de estudio con abundancias mayores al sur, con respecto a *Auxis* Tipo II (Fig. 7d), que se restringió al sur del área de estudio.

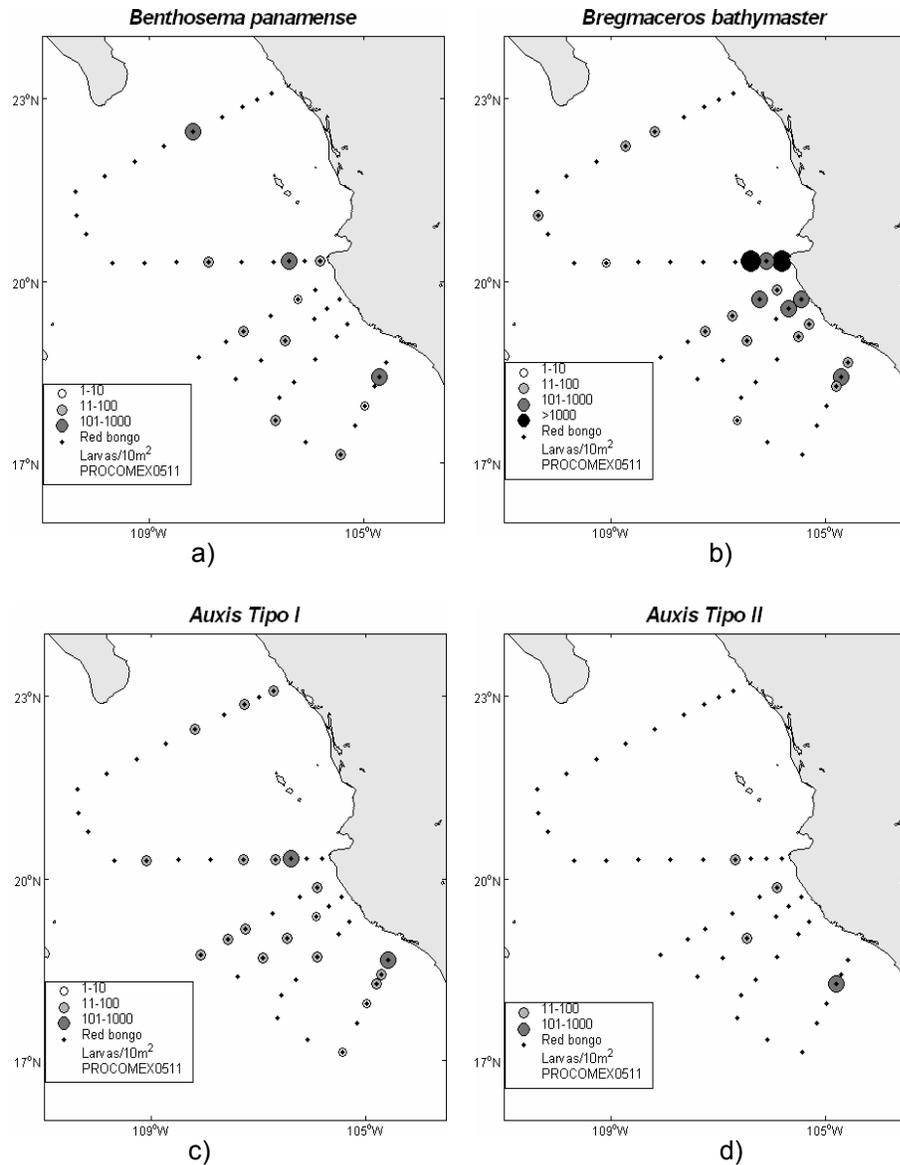


Figura 7. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) *Benthosema panamense*, b) *Bregmaceros bathymaster* y c) *Auxis* Tipo I, d) *Auxis* Tipo II., colectadas en noviembre de 2005 (PROCOMEX0511).

Marzo

En marzo del 2007 los taxa con las abundancias mayores se muestran en la figura ocho. Se observa que *V. lucetia* (Fig. 8a) y *D. laternatus* (Fig. 8b) están ampliamente representadas en el área de estudio, y *B. bathymaster*, a diferencia de los taxa anteriores, tiene una distribución en su mayoría en la zona costera. Las especies *M. aurolaternatum* y *D. pacificus* tienen una distribución amplia en

el área de estudio (Fig. 9) pero en su mayoría con valores de abundancia menores a 100 larvas/10m².

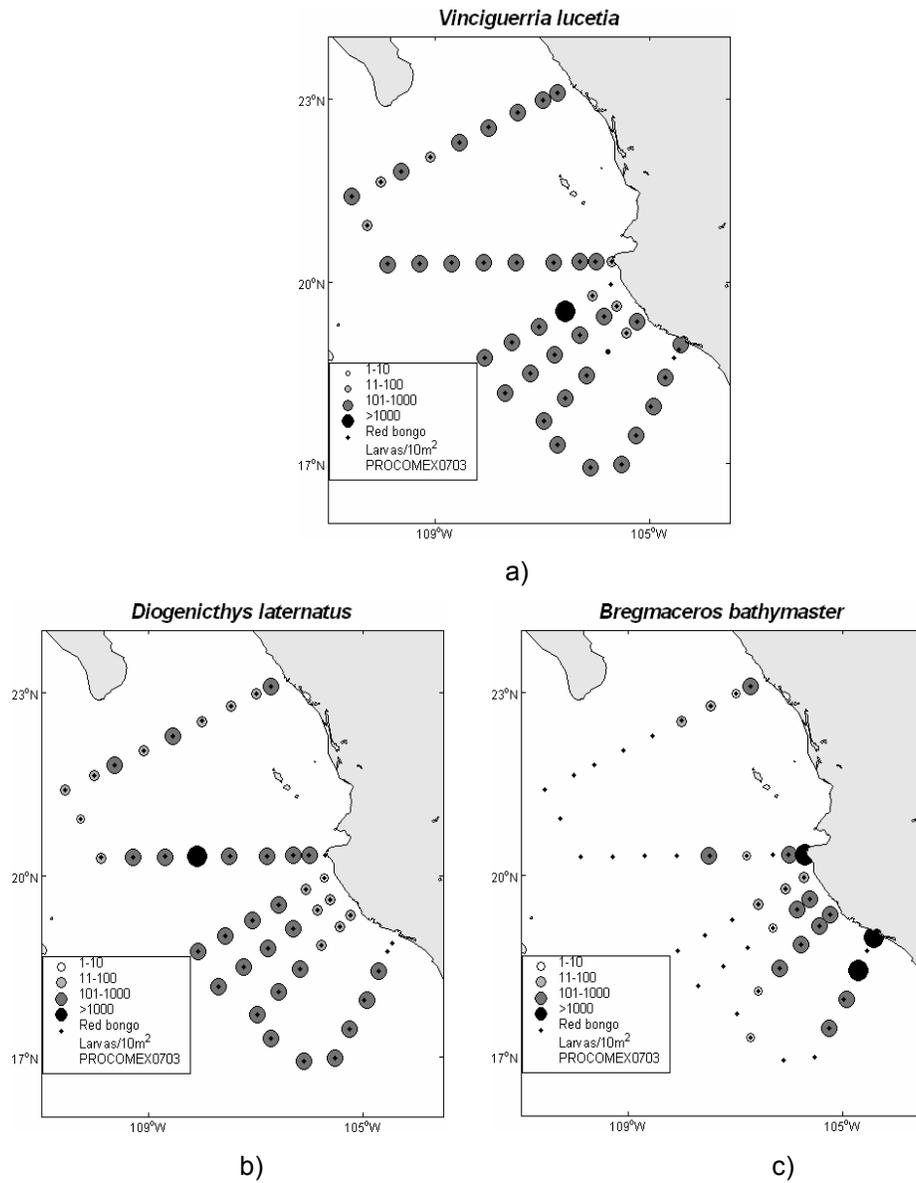


Figura 8. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) *Vinciguerria lucetia*, b) *Diogenichthys laternatus* y c) *Bregmaceros bathymaster*, colectadas en marzo de 2007 (PROCOMEX0703).

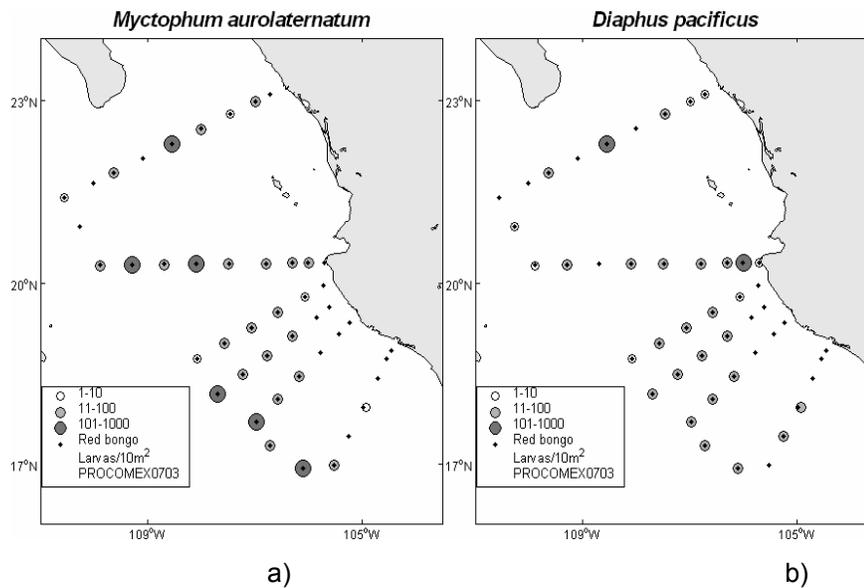


Figura 9. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) *Myctophum aurolaternatum*, y b) *Diaphus pacificus*, colectadas en marzo de 2007 (PROCOMEX0703).

VII.III. Grupos de estaciones y asociaciones de larvas de peces

Noviembre

Los grupos de estaciones y sus asociaciones de larvas fueron denominadas de acuerdo a su ubicación geográfica y a su aparente relación con las masas de agua como: Tropical [*Tr*], Mínimo Salino Frío [*MSF*], Surgencia [*S*] y Mínimo Salino Cálido [*MSC*] (Fig. 10).

La asociación denominada *Tr* presente en noviembre del 2005 (Tabla I) estuvo constituida por 10 estaciones de muestreo, 60 taxones y valores de abundancia promedio de 960 larvas/10m² y las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *Auxis* Tipo I, *Psenes sio*, *D. laternatus*, *D. pacificus*, *Xyrichtys mundiceps*, *C. pauciradiatus*, *B. bathymaster*, *Auxis* Tipo II y *B. panamense*, con mayoría de especies con hábitat demersal (38%) y mesopelágico (27%), y afinidad tropical (65%); esta asociación se localizó en la zona centro-sur del área de estudio, entre la zona oceánica y la costa.

Excluyendo las especies dominantes se encontró que la distribución de la asociación fue similar a la obtenida con la matriz de especies completa (Fig. 11).

Se observó un incremento en el número de taxa de carácter dominante con un promedio de 432 larvas/10m², se tienen las especies: *P. sio*, *Auxis* Tipo I, *D. pacificus*, *X. mundiceps*, *C. pauciradiatus*, *Lestidiops neles*, *Citharichthys platophrys*, *Auxis* Tipo II, *Diplophos proximus*, *M. aurolaternatum*, GOBIIDAE Tipo I, *Dormitator latifrons*, *B. panamense* e *Hygophum atratum*. Con hábitat en su mayoría demersal (37%) y mesopelágico (24%) y con afinidad tropical (63%).

La asociación *MSF* (Tabla II) se distribuyó en la zona oceánica norte del área de estudio, conformada por 15 taxones en cinco estaciones con abundancia de larvas promedio de 498 larvas/10m² y las especies dominantes fueron *V. lucetia*, *D. laternatus* y *D. pacificus*; con especies mayormente de hábitat mesopelágico (60%) y afinidad tropical (80%).

Al excluir las especies con abundancia y frecuencia mayores se presentaron valores promedio de 70 larvas/10m² y dominancia por parte de *Lampanyctus parvicauda*, *C. pauciradiatus*, *D. proximus*, *H. atratum* y *D. pacificus*, especies cuyos hábitos fueron mesopelágicos (53%) y demersales (18%) y de afinidad tropical (59%).

La asociación *Su* (Tabla III) localizada en la zona costera de Cabo Corrientes y Manzanillo, estuvo conformado con 59 taxones, 10 estaciones y valores de abundancia promedio de 969 larvas/10m² y las especies dominantes fueron: *B. bathymaster*, *D. latifrons*, *Bathylagoides nigrigenys*, *P. sio*, *V. lucetia*, *D. laternatus*, *C. platophrys*, *B. panamense*, y *D. pacificus*, y se caracterizó por tener especies de hábitat demersal (44%) y mesopelágico (24%), y afinidad tropical (63%).

Excluyendo las principales especies dominantes, esta asociación presentó en la misma zona con 322 larvas/10m² y en adición los taxones dominantes: *P. sio*, GOBIIDAE Tipo I, *B. nigrigenys*, *D. latifrons*, *C. platophrys*, *H. atratum*, *Citharichthys* Tipo I, *B. panamense*, *D. pacificus*, *Auxis* Tipo I,

Syacium ovale, y *Symphurus chabanaudi*. Con hábitat demersal (43%), mesopelágico (23%) y de afinidad tropical (61%).

La asociación MSC (Tabla IV) localizada en la zona oceánica al centro y sur del área de estudio, estuvo integrada por 44 taxones, 20 estaciones y valores de abundancia promedio de 866 larvas/10m². Las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *D. pacificus* y *C. pauciradiatus*, y en su conjunto se presentaron especies de hábitat mesopelágico (41%), demersal (27%), y afinidad tropical (64%). Excluyendo los taxones de abundancia mayor, esta asociación presentó 251 larvas/10m² y en adición los taxones dominantes: *P. sio*, *M. aurolaternatum*, *D. pacificus*, *L. neles*, *C. pauciradiatus*, *D. proximus*, *H. atratum*, *L. parvicauda*, *Bregmaceros* sp., *X. mundiceps*, y *Auxis* Tipo I. Con hábitat mesopelágico (37%), demersal (29%) y afinidad tropical (66%).

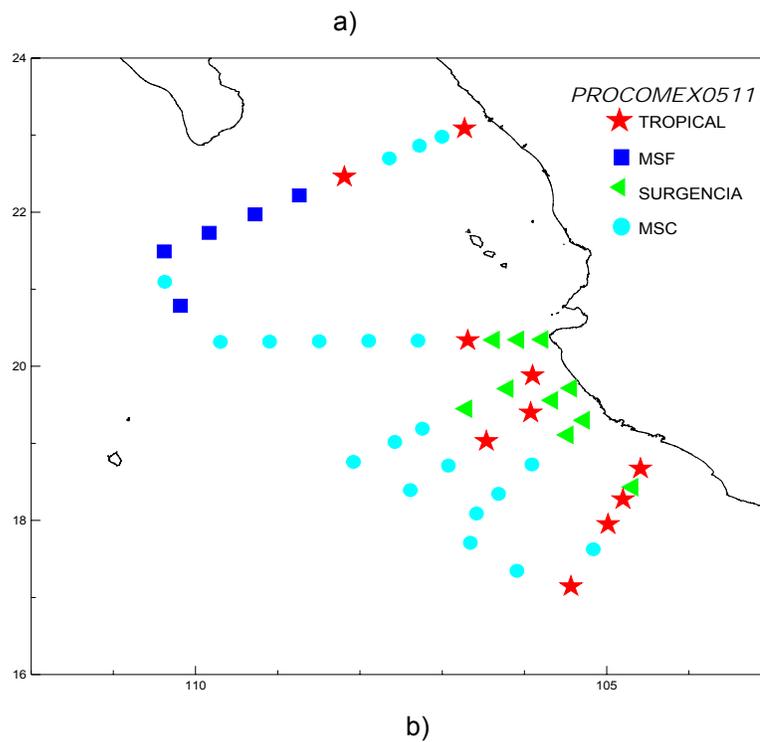
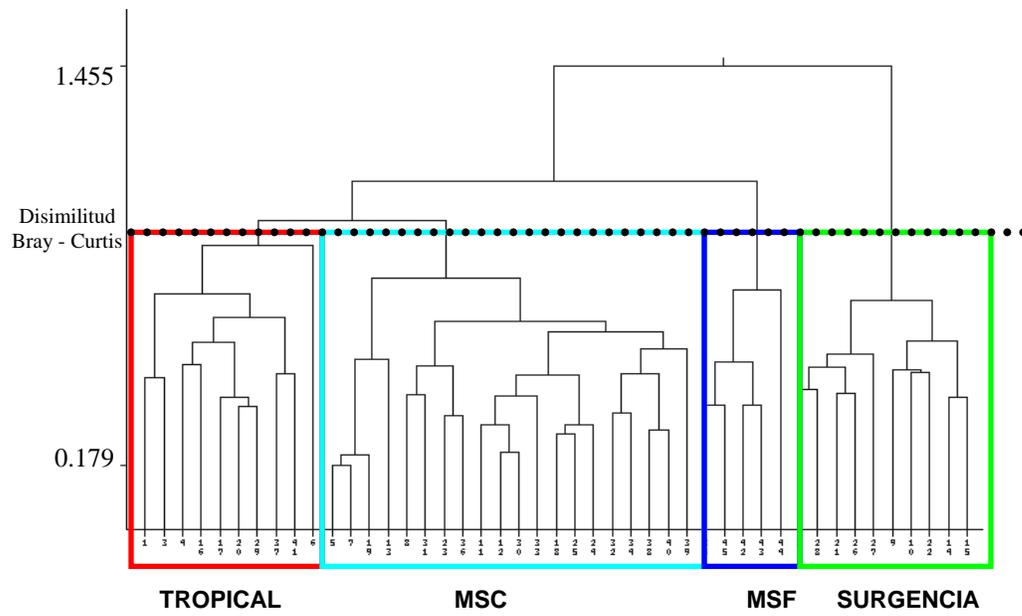


Figura 10 a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis, para noviembre del 2005 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (*MSF*), Mínimo Salino Cálido (*MSC*).

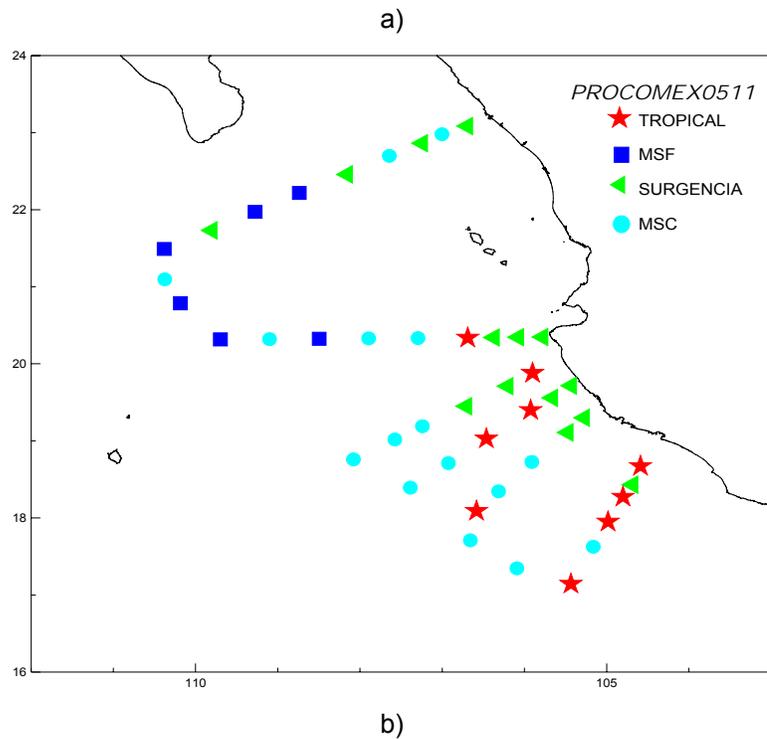
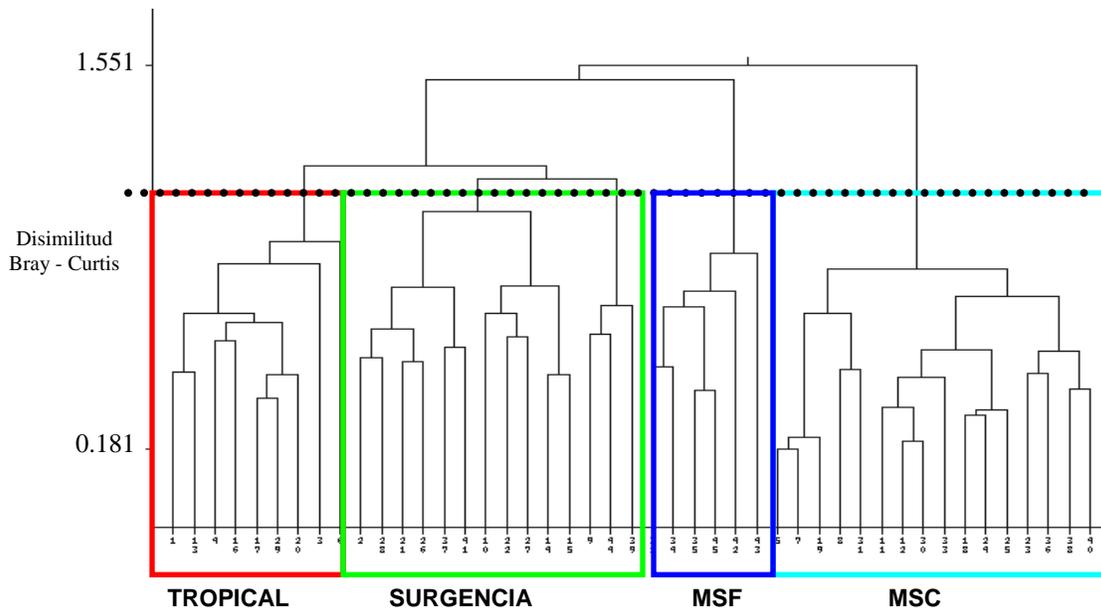


Figura 11. a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis sin las especies *Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus* y *Bregmaceros bathymaster* para noviembre del 2005 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (*MSF*), Mínimo Salino Cálido (*MSC*).

Tabla I. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Tropical (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc), mesopelágico (mp), demersal poco profundo (dpp), epipelágico oceánico (eo), batipelágico (bp), arrecifal (r), demersal (d) Afinidad: tropical (tr), subtropical (str), templado (tm), no determinado (nd).

TAXONES	FREC %	ABUN.PROM.%	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD	
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	35.81	343.64	DOMINANTES	mp	tr	
<i>Auxis</i> Tipo I	100	7.56	72.57		eo	tr	
<i>Psenes sio</i>	100	2.19	21.02		eo	tr	
<i>Diogenichthys laternatus</i>	90	10.69	102.57		mp	tr	
<i>Diaphus pacificus</i>	80	2.95	28.32		mp	tr	
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	70	2.23	21.37		dpp	tr	
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	70	2.12	20.31		eo	tr	
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	50	3.04	29.13		pc	tr	
<i>Auxis</i> Tipo II	40	9.92	95.22		eo	nd	
<i>Bentosema panamense</i>	40	3.69	35.42		mp	tr	
<i>Citharichthys platophrys</i>	70	1.13	10.83	CONSTANTES	dpp	tr	
GOBIIDAE Tipo I	60	1.66	15.92		nd	nd	
<i>Lestidiops neles</i>	60	0.88	8.46		mp	tr	
<i>Scorpaenodes xyris</i>	60	0.60	5.80		dpp	str	
<i>Diplophos proximus</i>	50	1.24	11.86		mp	tr	
<i>Syaclum ovale</i>	50	1.07	10.24		dpp	tr	
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	50	0.69	6.66		mp	tm	
<i>Bregmaceros</i> sp.	50	0.64	6.17		pc	tr-str	
<i>Myrophis vafer</i>	50	0.28	2.72		dpp	tm-str	
<i>Hygophum atratum</i>	40	1.34	12.90		mp	tr	
<i>Myctophum auroaternatum</i>	40	0.80	7.68		mp	tr	
<i>Symphurus chabanaudi</i>	40	0.69	6.63		dpp	tr	
<i>Bothus leopardinus</i>	40	0.60	5.74		dpp	tr	
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	40	0.53	5.11		mp	tr	
<i>Ophichthus zophochir</i>	40	0.32	3.03		dpp	tm-str	
<i>Synodus lucioceps</i>	40	0.28	2.65		dpp	tm	
ACANTHURIDAE	30	0.51	4.90		RARAS	r	tr
<i>Dormitator latifrons</i>	30	1.11	10.62			dpp	str
<i>Pontinus</i> sp.	30	0.51	4.91	dpp		tr	
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	30	0.24	2.26	mp		tr	
<i>Symphurus elongatus</i>	30	0.17	1.61	dpp		tr	
<i>Caranx caballus</i>	20	0.43	4.16	pc		tr-str	
CONGRIDAE Tipo I	20	0.29	2.77	dpp		nd	
BOTHIDAE Tipo I	20	0.27	2.61	dpp		nd	
<i>Scopelogadus mizolepis mizolepis</i>	20	0.24	2.27	mp		nd	
<i>Symphurus</i> Tipo II	20	0.23	2.18	dpp		nd	
<i>Perissias taeniopterus</i>	20	0.17	1.65	dpp		tr	
<i>Lutjanus guttatus</i>	20	0.17	1.61	dpp		tr	
<i>Stegastes rectifraenum</i>	20	0.12	1.18	r		str-tr	
<i>Mugil</i> sp.	20	0.12	1.13	ep		str	
<i>Serranus</i> sp.	20	0.12	1.13	nd		tr-str	
<i>Triphoturus mexicanus</i>	10	0.64	6.10	mp		tr	
<i>Cherublema emmelas</i>	10	0.22	2.08	mp		tr	
<i>Diplectrum</i> sp.	10	0.17	1.66	d		tr	
<i>Bathycongrus macrurus</i>	10	0.17	1.61	dpp		tr	
<i>Halichoeres dispilus</i>	10	0.14	1.31	r		tr	
<i>Symphurus callopterus</i>	10	0.13	1.21	dpp		tr	
CYCLOPTERIDAE	10	0.11	1.07	nd		nd	
<i>Citharichthys sordidus</i>	10	0.11	1.04	dpp		tm	
<i>Citharichthys</i> Tipo I	10	0.09	0.87	dpp		nd	
<i>Bathophilus filifer</i>	10	0.06	0.61	mp		nd	
<i>Melanocethus johnsoni</i>	10	0.06	0.61	mp-bp		tr-str	
MURAEINIDAE Tipo I	10	0.06	0.61	nd		nd	
ANGUILIFORME Tipo I	10	0.06	0.57	dpp		nd	
CIRRITHIDAE	10	0.06	0.57	nd		nd	
<i>Elops affinis</i>	10	0.06	0.57	pc		tr-str	
<i>Oxyporhampus micropterus micropterus</i>	10	0.06	0.54	pc	tr-str		
<i>Myripristis leiognathos</i>	10	0.05	0.52	pc	tr-str		
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	10	0.05	0.52	r	tr		
<i>Symphurus prolatinaris</i>	10	0.05	0.52	dpp	tr		
MEDIA	34	2			38% dpp	65% tr	
No. TAXONES	60				27% mp		
No. ESTACIONES	10						
Abundancia promedio larvas/10 m ²	960						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	224						
Temp. Promedio °C	28.08						

Tabla II. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Mínimo Salino Frío (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc), mesopelágico (mp), demersal poco profundo (dpp), epipelágico oceánico (eo), batipelágico (bp), pelágico (p), bentopelágico (bnp). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str), templado (tm), no determinado (nd).

TAXONES	FREC %	ABUN.PROM. %	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	84.11	418.54		mp	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	60	7.97	39.64	DOMINANTES	mp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	80	1.25	6.23		mp	tr
GOBIIDAE Tipo I	60	1.22	6.09	CONSTANTES	nd	nd
<i>Hygophum atratum</i>	60	1.28	6.38		mp	tr
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	40	0.72	3.56		eo	tr
<i>Diplophos proximus</i>	40	0.78	3.88		mp	tr
<i>Lestidiops neles</i>	40	0.52	2.61		mp	tr
<i>Ophichthus zophochir</i>	40	0.49	2.44		dpp	tm-str
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	20	0.45	2.22	RARAS	pc	tr
<i>Caranx caballus</i>	20	0.22	1.11		pc	tr-str
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	20	0.23	1.16		mp	tr
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	20	0.26	1.27		mp	tr
<i>Scopelogadus mizolepis mizolepis</i>	20	0.24	1.17		mp	nd
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	20	0.26	1.27		dpp	tr
MEDIA	42.66	6.66			60% mp	80% tr
No. TAXONES	15					
No. ESTACIONES	5					
Abundancia promedio larvas/10 m ²	498					
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	85					
Temp. Promedio °C	26.66					

Tabla III. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Surgencia (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp); epipelágico oceánico (eo), arrecifal (r), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd).

TAXONES	FREC %	ABUN.PROM.%	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	100	44.59	431.93	DOMINANTES	pc	tr
<i>Dormitator latifrons</i>	100	2.26	21.87		d	str
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	100	2.24	21.71		mp	tm
<i>Psenes sio</i>	100	1.81	17.49		eo	tr
<i>Vinciguerra lucetia</i>	90	11.16	108.12		mp	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	90	9.28	89.93		mp	tr
<i>Citharichthys platophrys</i>	70	1.93	18.72		dpp	tr
<i>Benthoosema panamense</i>	40	7.78	75.39		mp	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	40	2.91	28.23		mp	tr
GOBIIDAE Tipo I	90	1.47	14.25		CONSTANTES	nd
<i>Citharichthys</i> Tipo I	60	1.42	13.79	dpp		dpp
<i>Bathycongrus macrurus</i>	50	0.51	4.90	dpp		tr
<i>Synodus lucioceps</i>	50	0.42	4.06	dpp		tm
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	40	0.52	5.00	dpp		tr
<i>Hygophum atratum</i>	40	0.50	4.80	mp		tr
<i>Myrophis vafer</i>	40	0.44	4.25	dpp		tm-str
<i>Symphurus</i> Tipo II	40	0.44	4.25	dpp		nd
<i>Ophidion</i> sp.	40	0.30	2.87	dpp		tm-str
<i>Auxis</i> Tipo I	20	2.31	22.41	OCASIONAL		eo
<i>Symphurus chabanaudi</i>	30	0.87	8.48	RARAS	dpp	tr
<i>Symphurus elongatus</i>	30	0.62	5.99		dpp	tr
<i>Syacium ovale</i>	30	0.44	4.21		dpp	tr
<i>Cherblema emmelas</i>	30	0.43	4.14		mp	tr
<i>Symphurus williamsi</i>	30	0.32	3.14		dpp	tr
BOTHIDAE Tipo I	30	0.23	2.27		dpp	nd
<i>Lepophidium negropinna</i>	30	0.21	2.04		dpp	tr
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	30	0.18	1.72		nd	tr
<i>Mugil</i> sp.	30	0.17	1.64		ep	str
<i>Myripristis leiognathos</i>	30	0.17	1.64		pc	tr-str
<i>Scopelogadus mizolepis mizolepis</i>	30	0.17	1.61	mp	nd	
<i>Pontinus</i> sp.	20	0.31	2.98	dpp	tr	
CARANGIDAE Tipo I	20	0.21	2.07	pc	nd	
<i>Ophistonema libertate</i>	20	0.21	2.06	p	tr	
CONGRIDAE Tipo II	20	0.18	1.71	dpp	nd	
<i>Symphurus prolatinaris</i>	20	0.16	1.57	dpp	tr	
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	20	0.11	1.11	dpp	tr	
<i>Ophichthys zophochir</i>	20	0.11	1.10	dpp	str	
<i>Myctophum auroleatum</i>	20	0.11	1.02	mp	tr	
<i>Stegastes rectifraenum</i>	10	0.51	4.90	r	str-tr	
<i>Symphurus callopterus</i>	10	0.33	3.21	dpp	tr	
<i>Bothus leopardinus</i>	10	0.32	3.06	dpp	tr	
<i>Caranx caballus</i>	10	0.19	1.84	pc	tr-str	
<i>Paranthias</i> sp.	10	0.13	1.22	nd	tr-str	
<i>Elops affinis</i>	10	0.11	1.06	pc	tr-str	
<i>Citharichthys sordidus</i>	10	0.10	1.00	dpp	tm	
CIRRITHIDAE	10	0.07	0.64	nd	nd	
CYCLOPTERIDAE	10	0.07	0.64	bd	nd	
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	10	0.07	0.64	mp	tr	
<i>Bathophilus filifer</i>	10	0.06	0.61	mp	nd	
<i>Diplophos proximus</i>	10	0.06	0.61	mp	tr	
<i>Halichoeres dispilus</i>	10	0.06	0.57	r	tr	
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	10	0.06	0.57	mp	tr	
<i>Bregmaceros</i> sp.	10	0.05	0.53	pc	tr-str	
CONGRIDAE Tipo I	10	0.05	0.53	dpp	nd	
<i>Lestidiops neles</i>	10	0.05	0.53	mp	tr	
ANGUILIFORME Tipo I	10	0.05	0.51	dpp	nd	
<i>Lutjanus guttatus</i>	10	0.05	0.50	dpp	tr	
<i>Polydactylus approximans</i>	10	0.05	0.50	dpp	str	
<i>Oxyporhampus micropterus micropterus</i>	10	0.05	0.50	pc	tr-str	
MEDIA	32.20	1.69			44% dpp	63% tr
No. TAXONES	59				24% mp	
No. ESTACIONES	10					
Abundancia promedio larvas/10 m ²	969					
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	367					
Temp. Promedio °C	27.15					

Tabla IV. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Mínimo Salino Cálido (PROCOMEX0511). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp); epipelágico oceánico (eo), arrecifal (r), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm). No determinado (nd).

ESPECIES	FREC %	ABUN.PROM.%	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	65.15	564.23	DOMINANTES	mp	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	95	8.59	74.42		mp	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	85	5.74	49.68		mp	tr
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	80	2.71	23.47		eo	tr
<i>Psenes sio</i>	100	0.76	6.62	CONSTANTES	eo	tr
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	80	1.41	12.22		mp	tr
<i>Diplophos proximus</i>	75	1.65	14.31		mp	tr
<i>Lestidiops neles</i>	75	1.01	8.78		mp	tr
<i>Hygophum atratum</i>	65	1.99	17.22		mp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	60	0.97	8.43		mp	tr
CONGRIDAE Tipo I	60	0.58	5.02		dpp	nd
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	50	0.99	8.54		dpp	tr-str
<i>Bregmaceros</i> sp.	50	0.93	8.07		pc	tr-str
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	50	0.65	5.66		mp	tm
<i>Bathophilus filifer</i>	45	0.49	4.21		mp	nd
<i>Auxis</i> Tipo I	40	1.84	15.93		eo	tr
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	40	0.39	3.37		mp	tr
<i>Oxyporhampus micropterus micropterus</i>	25	0.20	1.76		RARAS	pc
<i>Scopelogadus mizolepis mizolepis</i>	25	0.52	4.49	mp		nd
<i>Bothus leopardinus</i>	20	0.14	1.22	dpp		tr
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	20	0.73	6.29	pc		tr
<i>Benthoosema panamense</i>	15	1.00	8.65	mp		tr
<i>Coryphaena hippurus</i>	15	0.08	0.71	ep		str
DERICHTHYDAE Tipo I	15	0.10	0.88	mp-bp		nd
GOBIIDAE Tipo I	15	0.29	2.53	nd		nd
<i>Myrophis vafer</i>	15	0.08	0.72	dpp		tm-str
<i>Syacium ovale</i>	15	0.08	0.71	dpp		tr
<i>Bathycongrus macrurus</i>	10	0.07	0.58	dpp		tr
<i>Chiasmodon</i> Tipo I	10	0.07	0.57	mp		tr-str
<i>Citharichthys platophrys</i>	10	0.06	0.49	dpp		tr
<i>Dormitator latifrons</i>	10	0.09	0.78	d		str
<i>Hyporhamphus rosae</i>	10	0.07	0.64	p		str
<i>Idiacanthus antrostomus</i>	10	0.09	0.80	mp		tr-tm
<i>Lutjanus guttatus</i>	10	0.07	0.61	dpp		tr
<i>Ophichthus zophochir</i>	10	0.06	0.54	dpp		tm-str
CIRRITHIDAE	5	0.04	0.32	nd		nd
<i>Diplectrum</i> sp.	5	0.06	0.54	d		tr
<i>Melanocethus johnsoni</i>	5	0.03	0.23	mp-bp		tr-str
MURAENIDAE Tipo I	5	0.03	0.24	nd		nd
<i>Paranthias</i> sp.	5	0.03	0.24	nd		tr-str
<i>Polydactylus approximans</i>	5	0.03	0.25	dpp		str
<i>Symphurus chabanaudi</i>	5	0.06	0.54	dpp		tr
<i>Synodus lucioceps</i>	5	0.03	0.25	dpp		tm
<i>Triphoturus mexicanus</i>	5	0.03	0.23	mp		tr
MEDIA	33.07	2.27			41% mp	64% tr
No. TAXONES	44				27% dpp	
No. ESTACIONES	20					
Abundancia promedio larvas/10 m ²	866					
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	106					
Temp. Promedio °C	28.04					

Marzo

Con respecto al muestreo de marzo del 2007, se obtuvieron tres asociaciones denominadas: Tropical (*Tr*), Mínimo Salino Frío (*MSF*) y Surgencia (*Su*), (Fig. 12). La asociación *Tr* (Tabla V) se localizó en el centro y sur del área de estudio en la zona oceánica (Fig.11), y estuvo constituida por 25 estaciones, 63 taxones y valores promedio de abundancia de larvas 1359 larvas/10m² y las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *M. aurolaternatum*, *L. neles*, *D. pacificus*, *B. nigrigenys*, *S. chabanaudi*, *B. bathymaster* e *H. atratum*. Presentó especies en su mayoría de hábitat demersal (35%) y mesopelágico (27%), y de afinidad tropical (68%).

Las especies dominantes, después de excluir las especies de abundancia mayor (Fig. 13) fueron: *M. aurolaternatum*, *L. neles*, *D. pacificus*, *L. parvicauda*, *B. nigrigenys*, *S. chabanaudi*, *P. sio*, *X. mundiceps*, *C. pauciradiatus*, *S. ovale*, *Auxis* Tipo I, *D. latifrons*, *H. atratum*, y *C. platophrys*, con abundancia promedio de 404 larvas/10m². Con especies de hábitat demersal (36%) y mesopelágico (25%), y de afinidad tropical (61%).

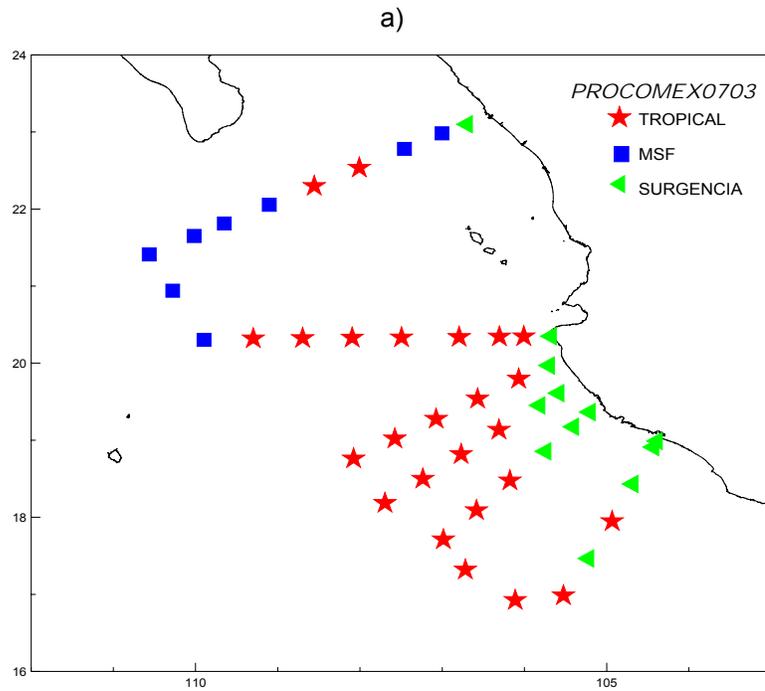
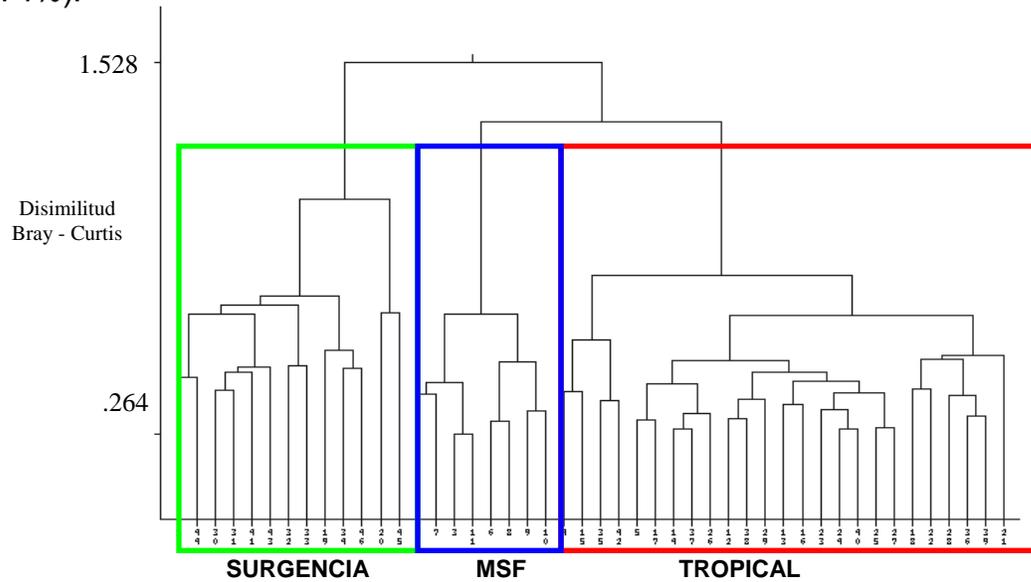
La asociación Mínimo Salino Frío (Tabla VI) estuvo constituida en marzo del 2007 por 23 taxones, 8 estaciones y valores promedio de abundancia de larvas de 364 larvas/10m², y las especies dominantes fueron *V. lucetia*, *D. laternatus* e *H. atratum*, especies en su mayoría de hábitat mesopelágico (39%), demersal (22%) y afinidad tropical (65%). Esta asociación se localizó en la zona oceánica al norte del área de estudio.

Al excluir las especies de mayor abundancia en el muestreo, se encontró la persistencia de *H. atratum* entre las dominantes y presencia de *M. aurolaternatum*, *Bregmaceros* sp. y *D. pacificus*, y abundancia promedio de 85 larvas/10m², cuyo hábitat fue mesopelágico (35%), demersal (25%) y de afinidad tropical (65%).

La asociación Surgencia (Tabla VII), al igual que en noviembre del 2005, se localizó en la zona costera de Cabo Corrientes y Manzanillo (Fig. 11), y estuvo conformada con 46 taxones, 13 estaciones y valores promedio de abundancia de 1060 larvas/10m². Las especies dominantes fueron *B. bathymaster*, *V. lucetia* y *D. laternatus*, con especies mayormente de hábitat demersal (41%) y afinidad tropical (70%).

Al excluir las especies abundantes, la presencia de especies dominantes se incremento notablemente, siendo *D. latifrons*, *S. ovale*, *S. chabanaudi*, *X. mundiceps*, GOBIIDAE Tipo I, *B. nigrigenys*, *Halichoeres dispilus*, *P. sio*, *Cherublemma emmelas*, *Sarda* sp. y *Auxis* Tipo I. Aquí la abundancia

promedio fue de 133 larvas/10m². El hábitat de las especies en este grupo fue en su mayoría demersal (43%), mesopelágico (19%), y de afinidad tropical (74%).



b)

Figura12. a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis, para marzo del 2007 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (MSF).

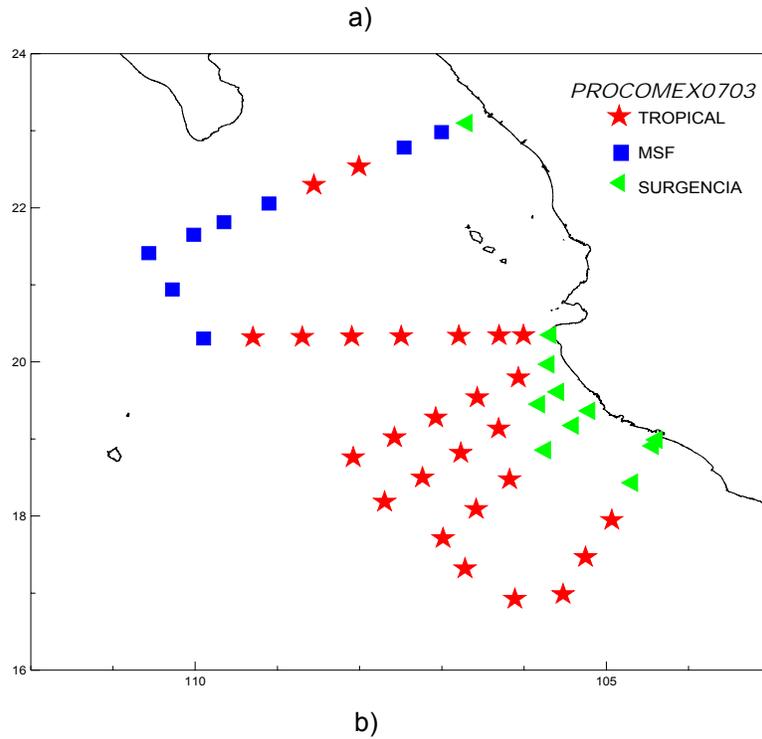
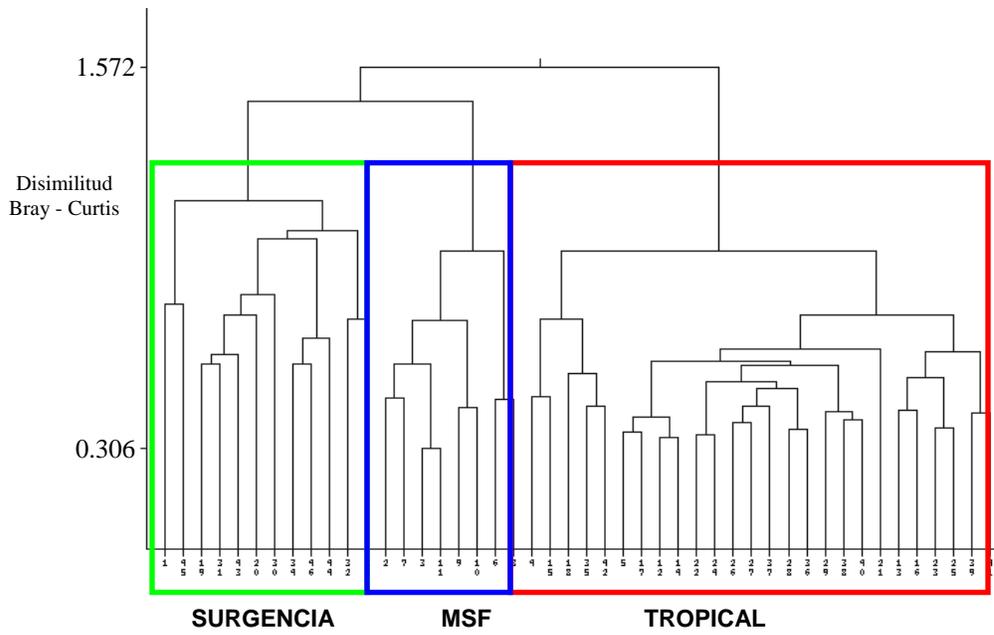


Figura 13. a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis sin las especies *Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus* y *Bregmaceros bathymaster*, para marzo del 2007 y b) distribución de las asociaciones de larvas de peces. Mínimo Salino Frío (MSF).

Tabla V. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Tropical (PROCOMEX0703). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp), batidemersal (bd); epipelágico oceánico (eo), epipelágico (ep), arrecifal (r), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd).

TAXONES	FREC %	ABUN.PROM.%	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	38.01	516.43	DOMINANTES	mp	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	100	28.93	393.12		mp	tr
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	100	3.99	54.24		mp	tr
<i>Lestidiops neles</i>	92	3.13	42.58		mp	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	88	3.50	47.51		mp	tr
<i>Bathylagus nigrigenys</i>	76	1.85	25.08		mp	tm
<i>Symphurus chabanaudi</i>	68	2.35	31.95		dpp	tr
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	44	2.94	39.96		pc	tr
<i>Hygophum atratum</i>	40	1.51	20.49		mp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	84	1.09	14.81	CONSTANTES	mp	tr
<i>Psenes sio</i>	64	0.69	9.43		eo	tr
<i>Dormitator latifrons</i>	40	0.65	8.88		d	str
<i>Auxis</i> Tipo I	40	0.64	8.74		eo	tr
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	52	0.60	8.11		eo	tr
<i>Xyrichthys mundiceps</i>	60	0.57	7.78		dpp	tr
<i>Syacium ovale</i>	52	0.56	7.59		dpp	tr
<i>Chiasmodon</i> Tipo I	56	0.47	6.41		mp	tr-str
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	44	0.43	5.84		mp	tr
<i>Bathophilus filifer</i>	56	0.42	5.69		mp	nd
<i>Bregmaceros</i> sp.	40	0.36	4.84		pc	tr-str
<i>Bothus leopardinus</i>	48	0.33	4.46		dpp	tr
<i>Scopelogadus mizolepis mizolepis</i>	48	0.30	4.13		mp	nd
GOBIIDAE Tipo I	32	0.27	3.73		nd	nd
<i>Oneirodes</i> spp.	32	0.15	1.99		bp	nd
<i>Symphurus</i> Tipo I	12	1.35	18.29		RARAS	dpp
<i>Citharichthys platophrys</i>	28	0.64	8.64	dpp		tr
<i>Benthoosema panamense</i>	12	0.45	6.17	mp		tr
<i>Paranthias</i> sp.	12	0.35	4.80	nd		tr-str
<i>Symphurus callopterus</i>	28	0.34	4.59	dpp		tr
<i>Diplophos proximus</i>	28	0.33	4.46	mp		tr
<i>Cherublemma emmelas</i>	20	0.25	3.37	mp		tr
<i>Sarda</i> sp.	4	0.25	3.35	p		str
<i>Scorpaenodes xyris</i>	28	0.22	3.05	dpp		str
<i>Apogon atricaudus</i>	12	0.18	2.50	r		tr
<i>Chiasmodon</i> Tipo II	24	0.16	2.21	mp		tr-str
<i>Chromis</i> sp.	20	0.16	2.18	r		tr
<i>Coryphaena hippurus</i>	28	0.13	1.82	ep		str
ELEOTRIDAE Tipo I	12	0.12	1.65	nd		tr-str
<i>Euthynnus lineatus</i>	8	0.12	1.56	ep		tr
<i>Halichoeres dispilus</i>	12	0.11	1.47	dpp		tr
<i>Serranus</i> sp.	12	0.10	1.30	nd		tr-str
<i>Synodus lucioceps</i>	12	0.09	1.25	dpp		tm
<i>Ophichthus zophochir</i>	16	0.08	1.06	dpp		tm-str
BYTHITIDAE Tipo I	12	0.07	1.01	r		tr
<i>Pontinus</i> sp.	8	0.07	0.94	dpp		tr
<i>Melamphaes</i> sp.	12	0.07	0.93	bp		nd
CONGRIDAE Tipo I	16	0.07	0.93	dpp		nd
<i>Idiacanthus antrostomus</i>	12	0.05	0.70	mp		tr-tm
<i>Hirundichthys</i> sp.	8	0.04	0.59	pc		tr-str
<i>Symphurus williamsi</i>	4	0.04	0.53	dpp		tr
<i>Heteroconger canabus</i>	8	0.04	0.49	dpp		tr
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	8	0.04	0.48	dpp		tr
<i>Stegastes rectifraenum</i>	8	0.04	0.48	r		str-tr
<i>Bathycongrus macrurus</i>	8	0.03	0.46	dpp		tr
<i>Scorpaena guttata</i>	8	0.03	0.46	dc		str
DERICHTHYDAE Tipo I	8	0.03	0.44	mp-bp		nd
<i>Mugil cephalus</i>	8	0.03	0.42	ep		str
<i>Symphurus prolatinaris</i>	8	0.03	0.38	dpp		tr
<i>Nezumia</i> spp.	8	0.02	0.30	bd		nd
<i>Myrophis vafer</i>	4	0.02	0.25	dpp		str
<i>Caranx sexfasciatus</i>	4	0.02	0.24	r	tr	
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	4	0.02	0.24	dpp	tr	
<i>Engraulis mordax</i>	4	0.02	0.24	p	str	
<i>Heteroconger digueti</i>	4	0.02	0.23	bd	nd	
<i>Symphurus elongatus</i>	4	0.02	0.22	dpp	tr	
<i>Citharichthys gordae</i>	4	0.02	0.21	dpp	tr	
CHAULIODONTIDAE	4	0.01	0.11	nd	nd	
MEDIA	29.25	1.49			35% dpp	68% tr
No. TAXONES	63				27% mp	
No. ESTACIONES	25					
Abundancia promedio larvas/10 m ²	1359					
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	187					
Temp. Promedio °C	24.84					

Tabla VI. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Mínimo Salino Frío (PROCOMEX0703). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal poco profundo (dpp), epipelágico oceánico (eo), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd).

TAXONES	FREC %	ABUN PROM. %	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD
<i>Vinciguerría lucetia</i>	100.0	60.07	218.63	DOMINANTES	mp	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	100.0	15.98	58.15		mp	tr
<i>Hygophum atratum</i>	100.0	9.64	35.08		mp	tr
<i>Myctophum aurolateratum</i>	62.5	3.62	13.16	CONSTANTES	mp	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	62.5	1.41	5.12		mp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	62.5	1.15	4.20		mp	tr
<i>Bregmaceros</i> sp.	50.0	2.11	7.70		pc	tr-str
<i>Diplophos proximus</i>	37.5	0.58	2.12		mp	tr
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	37.5	0.38	1.36		mp	tr
<i>Lestidiops neles</i>	25.0	1.13	4.13	RARAS	mp	tr
GOBIIDAE Tipo I	25.0	0.87	3.15		nd	nd
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	25.0	0.48	1.74		pc	tr
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	25.0	0.35	1.28		eo	tr
<i>Oneirodes</i> spp.	25.0	0.35	1.28		bp	nd
<i>Xyrichthys mundiceps</i>	25.0	0.35	1.28		dpp	tr
<i>Hirundichthys</i> sp.	12.5	0.20	0.74		pc	tr-str
<i>Scorpaenodes xyris</i>	12.5	0.20	0.74		dpp	str
CHAULIODONTIDAE	12.5	0.20	0.71		nd	nd
<i>Citharichthys gordae</i>	12.5	0.20	0.71		dpp	tr
<i>Myrophis vafer</i>	12.5	0.20	0.71		dpp	tm-str
<i>Coryphaena hippurus</i>	12.5	0.19	0.71		ep	str
<i>Bothus leopardinus</i>	12.5	0.19	0.68		dpp	tr
<i>Bathophilus filifer</i>	12.5	0.16	0.58		nd	nd
MEDIA	37.50	4.35			39% mp	65% tr
No. TAXONES	23				22% dpp	
No. ESTACIONES	8					
Abundancia promedio larvas/10 m ²	364					
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	70					
Temp. Promedio °C	23.85					

Tabla VII. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en la asociación Surgencia (PROCOMEX0703). Hábitat: pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); batidemersal (bd) demersal poco profundo (dpp), demersal costero (dc) epipelágico oceánico (eo), arrecifal (r), batipelágico (bp), pelágico (p). Afinidad: tropical (tr), subtropical (str) y templado (tm), no determinado (nd).

TAXONES	FREC %	ABUN.PROM.%	PROMEDIO	JERARQUIA	HABITAT	AFINIDAD
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	100.00	72.09	763.99	DOMINANTES	pc	tr
<i>Vinciguerria lucetia</i>	84.62	8.63	91.47		mp	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	76.92	5.73	60.71		mp	tr
<i>Dormitator latifrons</i>	53.85	1.08	11.45	CONSTANTES	d	str
<i>Syacium ovale</i>	46.15	0.35	3.66		dpp	tr
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	46.15	0.38	3.98		dpp	tr
<i>Bathylagus nigrigenys</i>	38.46	0.61	6.51		mp	tm
<i>Psenes sio</i>	38.46	0.47	4.93		eo	tr
<i>Scorpaenodes xyris</i>	38.46	0.25	2.64		dpp	str
<i>Symphurus chabanaudi</i>	38.46	0.59	6.20		dpp	tr
<i>Auxis</i> Tipo I	30.77	0.64	6.77		eo	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	30.77	0.58	6.15		mp	tr
GOBIIDAE Tipo I	30.77	0.49	5.22		nd	nd
<i>Halichoeres dispilus</i>	30.77	0.38	3.98		r	tr
<i>Cherublemma emmelas</i>	23.08	1.29	13.68		RARAS	mp
<i>Sarda</i> sp.	23.08	1.10	11.69	pc		str
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	23.08	0.34	3.58	mp		tr
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	23.08	0.25	2.61	dpp		tr
<i>Ophichthus zophochir</i>	23.08	0.18	1.94	dpp		tr-str
<i>Caranx caballus</i>	23.08	0.17	1.84	pc		tr-str
<i>Heteroconger digueti</i>	23.08	0.13	1.40	bd		nd
<i>Anchoa</i> sp.	15.38	0.85	9.02	p		str
BYTHITIDAE Tipo I	15.38	0.53	5.62	r		tr
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	15.38	0.45	4.73	eo		tr
<i>Caranx sexfasciatus</i>	15.38	0.22	2.38	r		tr
<i>Engraulis mordax</i>	15.38	0.15	1.56	p		str
<i>Scopelogadus mizolepis mizolepis</i>	15.38	0.13	1.41	mp		nd
<i>Symphurus callopterus</i>	15.38	0.13	1.34	dpp		tr
<i>Synodus lucioceps</i>	15.38	0.10	1.01	dpp		tm
<i>Lestidiops neles</i>	15.38	0.08	0.83	mp		tr
<i>Pontinus</i> sp.	15.38	0.08	0.82	dpp		tr
<i>Symphurus elongatus</i>	15.38	0.07	0.77	dpp		tr
<i>Euthynnus lineatus</i>	7.69	0.55	5.80	mp		tr
<i>Symphurus</i> Tipo I	7.69	0.31	3.26	dpp		nd
<i>Bothus leopardinus</i>	7.69	0.14	1.46	dpp		tr
<i>Symphurus prolatinaris</i>	7.69	0.05	0.56	dpp		tr
<i>Bregmaceros</i> sp.	7.69	0.05	0.55	pc		tr-str
<i>Cyclosetta panamensis</i>	7.69	0.05	0.55	dpp		tr
<i>Citharichthys gordae</i>	7.69	0.05	0.49	dpp		tr
ELEOTRIDAE Tipo I	7.69	0.05	0.49	nd		tr-str
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	7.69	0.05	0.49	mp		tr
<i>Bathycongrus macrurus</i>	7.69	0.04	0.46	dpp		tr
<i>Symphurus williamsi</i>	7.69	0.04	0.44	dpp		tr
<i>Heteroconger canabus</i>	7.69	0.04	0.43	dpp		tr
CONGRIDAE Tipo I	7.69	0.04	0.43	dpp	nd	
<i>Hygophum atratum</i>	7.69	0.04	0.43	mp	tr	
MEDIA	24.41	2.17			41% dpp	70% tr
No. TAXONES	46				24% mp	
No. ESTACIONES	13					
Abundancia promedio larvas/10 m ²	1060					
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³]	389					
Temp. Promedio °C	25.5					

VII.IV. Indicadores del ambiente

VII.IVa. Biomasa del zooplancton

Los valores de biomasa del zooplancton del crucero de noviembre del 2005 (Fig. 14a) fluctuaron de los 21ml/1000m³ a los 893ml/1000m³ con un promedio de 186 ml/1000m³. Se observa que valores ≥ 300 ml/1000m³ se presentaron en la zona costera frente a Cabo Corrientes y Manzanillo y valores ≤ 150 ml/1000m³ se presentaron hacia la zona oceánica y al norte del área de estudio (frente a Mazatlán).

En marzo del 2007 (Fig. 14b), se observa un patrón similar al de noviembre del 2005, pero con un intervalo de valores mayores; éstos fluctúan entre los 12 ml/1000m³ y los 1847 ml/1000m³ con un valor promedio de 223 ml/1000m³. Los valores de biomasa del zooplancton ≥ 300 ml/1000m³ se presentan al sureste de la península de Baja California, frente a Cabo Corrientes, y Manzanillo, y los menores en la zona oceánica

Las asociación *Su* presenta para ambos periodos la biomasa del zooplancton mayor (≥ 300 ml/1000m³). Los valores menores de biomasa del zooplancton se presentaron para ambos periodos en la asociación *MSF* (≤ 150 ml/1000m³).

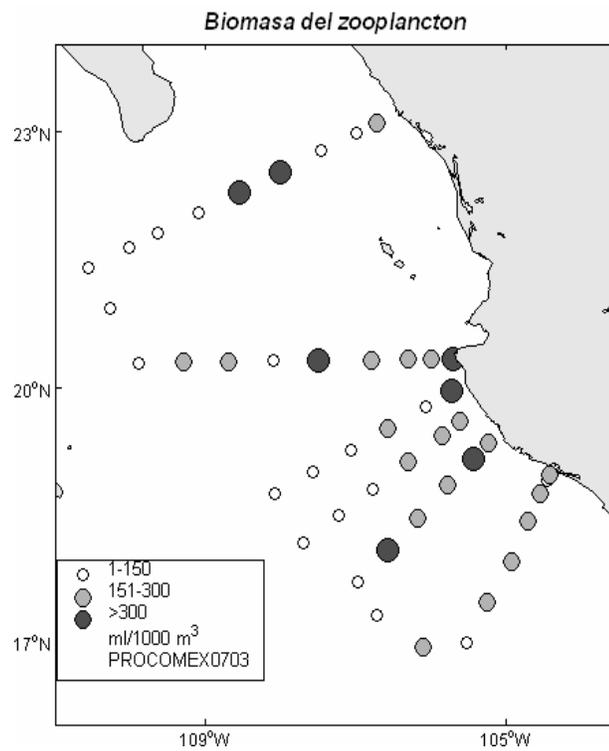
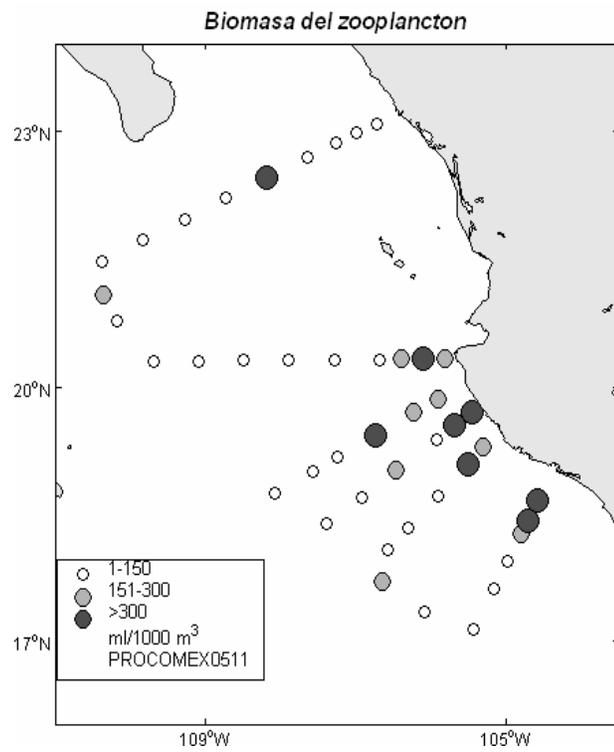


Figura 14. Distribución espacial de la Biomasa de zooplancton [ml/1000 m³] para a) noviembre del 2005 y b) marzo del 2007.

VII.IVb. Temperatura

Durante el muestreo de noviembre del 2005 se obtuvo un intervalo de temperatura superficial de 25.8°C a 28.9 °C (*in situ*) con valor promedio de 27.7°C, donde los valores menores de temperatura se presentaron frente a Cabo Corrientes (zona costera) y al noroeste del área de estudio en la zona oceánica cercana a la Península de Baja California. Los valores mayores de temperatura estuvieron al sur del área de estudio en la zona oceánica frente a Manzanillo. En general se observó un gradiente de temperatura de norte a sur (Fig. 15a).

Con respecto a lo observado para marzo (Fig. 15b) se encontró un intervalo de los 20.4°C a 27.2 °C; con valor promedio de 24.9°C. Se presentaron temperaturas elevadas hacia el sur de Cabo Corrientes y temperaturas bajas al norte del área de estudio sobre todo en la zona oceánica frente a Mazatlán y en la zona costera de Cabo Corrientes.

Las mediciones de temperatura superficial del mar *in situ* se corresponden con la distribución espacial de la temperatura observada en las imágenes de satélite (Fig. 15). En ambas imágenes se sobrepuso la distribución de las asociaciones definidas anteriormente. La asociación *Tr* y *MSC* presentaron la mayor temperatura promedio en noviembre del 2005 (>28°C), y la menor temperatura promedio la tuvo la asociación *MSF* (26.66°C). En marzo la asociación *Su* fue la que presentó la temperatura superficial promedio (25.5°C) y la asociación *MSF* la menor (23.85°C).

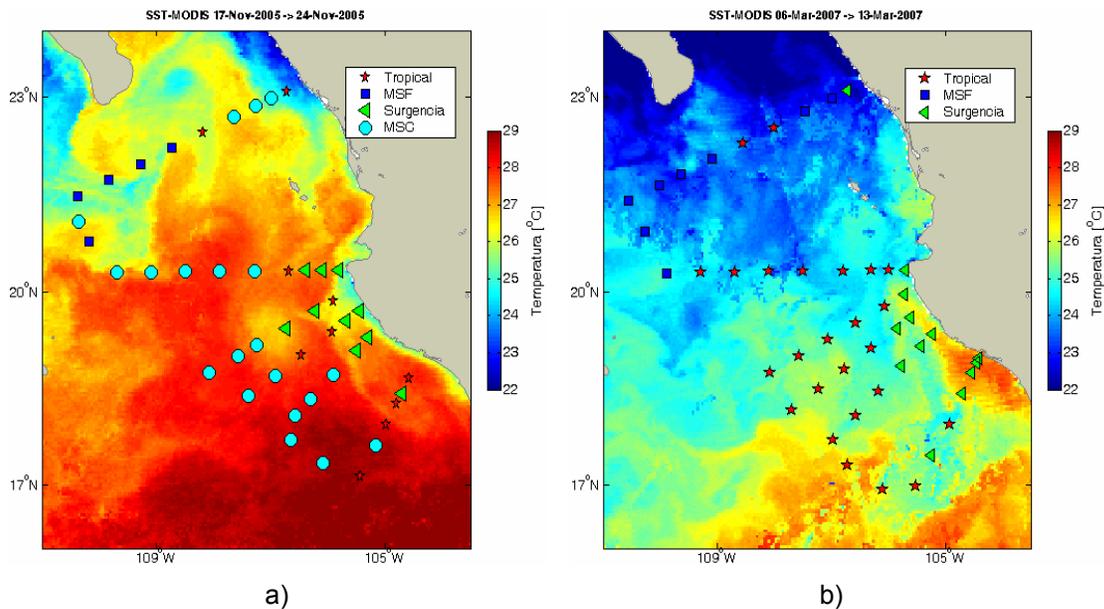


Figura 15. Imagen satelital de la temperatura superficial del mar a) para noviembre de 2005 b) marzo de 2007 y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (*MSF*), Mínimo Salino Cálido (*MSC*).

VII.IVc. Pigmentos de clorofila

Las imágenes de satélite de concentración de pigmentos de clorofila (Fig. 16), de manera general, muestran un intervalo de 0 a 0.7 mg/m^3 en la región oceánica. Para ambos periodos los valores mayores están en la zona costera ($\geq 0.7 \text{ mg/m}^3$), frente a Cabo Corrientes (zona de surgencias) en ambos periodos y al norte del área de estudio en la boca de la Península de Baja California en marzo del 2007. En particular, para noviembre (Fig. 16a), se observa la presencia de una estructura circular en la zona oceánica frente a Cabo Corrientes con valores de entre 0.25 y 0.55 mg/m^3 ; y en marzo del 2007, con respecto a noviembre del 2005, se presenta una mayor extensión en cuanto a la distribución pigmentos de clorofila de la zona costera hacia el océano (Fig. 16b) y muestra una concentración muy marcada ($\geq 0.6 \text{ mg m}^3$) hacia el sur de Cabo Corrientes.

En ambas imágenes se observa la distribución de las asociaciones ya definidas. Para ambos periodos se observa en la imagen que la asociaciones *Su* se relacionan con la zona en la que se distribuyen los valores mayores de

pigmentos de clorofila y que las estaciones de las asociaciones *MSF* y *Tr* (y *MSC* en noviembre del 2005) que se ubican en la zona oceánica presentan bajos valores de pigmentos de clorofila.

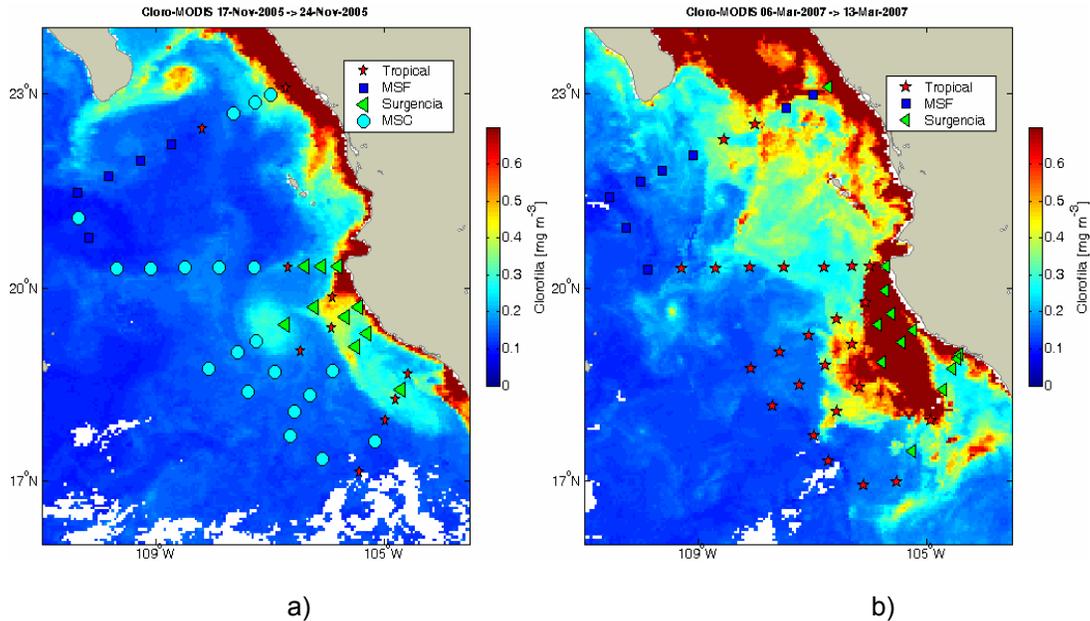


Figura 16. Imagen satelital de la clorofila a) para noviembre de 2005, b) marzo de 2007, y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frio (*MSF*), Mínimo Salino Cálido (*MSC*).

VII.IVd. Masas de agua

Los valores (θ, S) en la figura 17 corresponden a observaciones hechas en el área de estudio durante noviembre de 2005. En este mes se observa que la asociación *MSF* se encuentra dentro de los rangos del agua de la Corriente de California (baja temperatura y salinidad [21.5-23.3°C ;34.04, 34.52]); asimismo, la asociación *MSC* se presentó también en condiciones de baja salinidad pero con un incremento de temperatura [33.95-34.44; 21.6-27.4°C]; el origen de esta masa de agua se relaciona con la entrada del sur de agua Ecuatorial superficial para este periodo; la asociación *Tr* se observa sobre condiciones típicas de aguas tropicales [20.1-27.5°C; 34.42-34.51] influenciada por la CCM, y la asociación *Su* presenta temperaturas bajas (18.6-22°C) y valores elevados de salinidad (34.47-34.70).

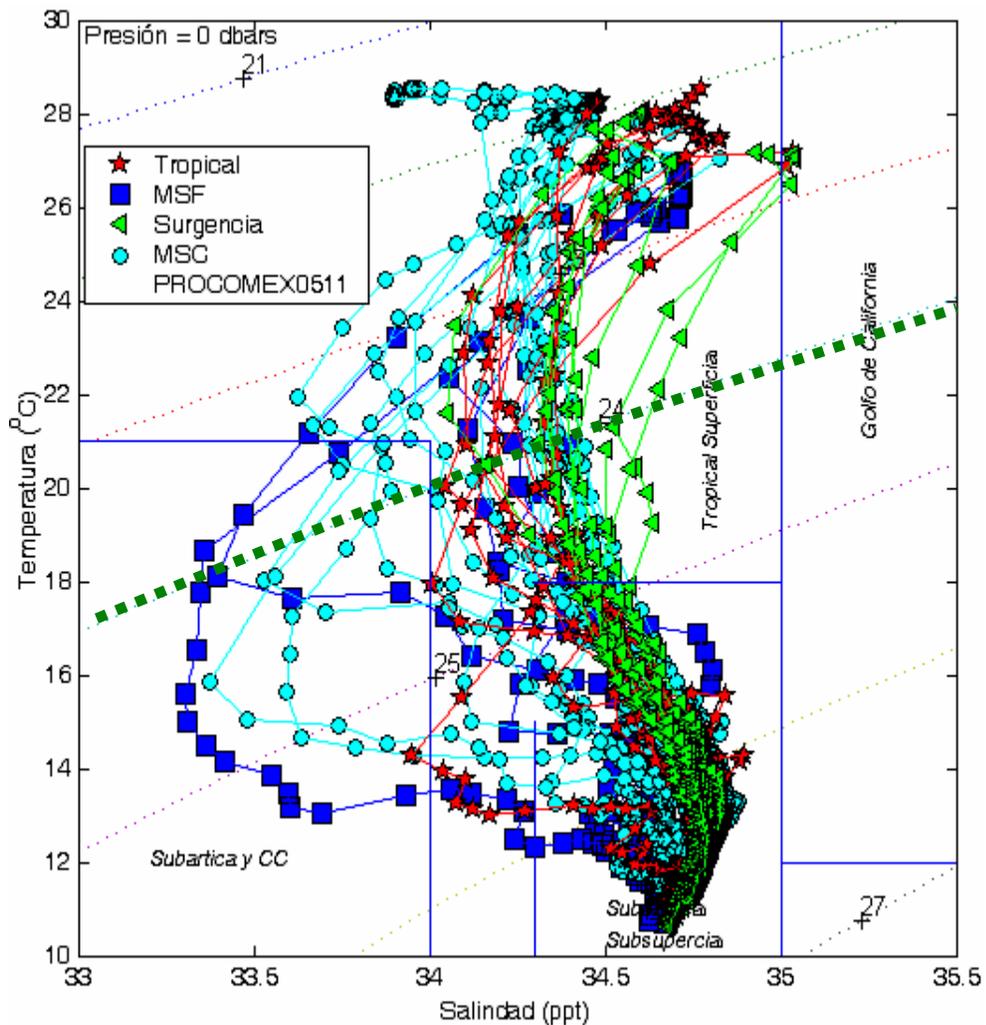


Figura 17. Diagrama (θ , S) correspondiente a los datos del PROCOMEX0511. Con colores diferentes se indican las cuatro asociaciones de larvas de peces obtenidas mediante el análisis de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (MSF), Mínimo Salino Cálido (MSC).

En la figura 18, se presenta la distribución de los parámetros (θ , S) pertenecientes a marzo del 2007. Para este mes, se observa que la asociación Mínimo Salino Frío se encuentra dentro de rangos de baja temperatura (20.4-23.2°C) y una salinidad entre 34.36 y 34.57 mayor a la que caracteriza al SCC; para la asociación *Tr* se observan condiciones típicas de agua de tipo superficial tropical (20.2-25.4°C, 34.05-34.77), y la asociación *Su* presenta al igual que en noviembre temperaturas de intermedias a altas y valores de salinidad elevados (17.8-23.6 °C; 34.31-34.88 ups). Es de notar que para marzo del 2007 hay menor variación de rangos de temperatura y salinidad con respecto a noviembre del 2005.

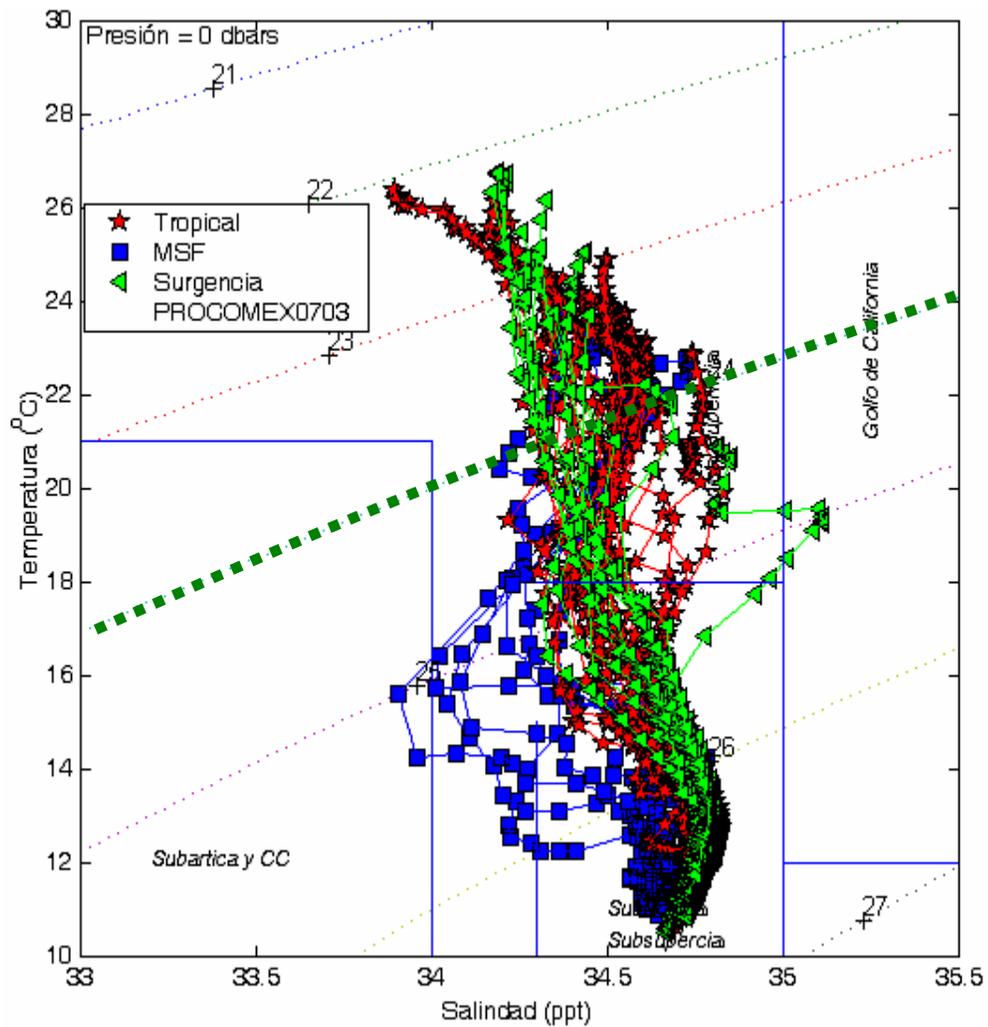


Figura 18. Diagrama $[\theta,S]$ correspondiente a los datos del PROCOMEX0703. Con colores diferentes se indican las tres asociaciones de larvas de peces obtenidas mediante el análisis de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (MSF).

VII.IVe. Circulación Geostrófica

La circulación geostrófica observada durante cada crucero se muestra en la figura 19 mediante las anomalías geopotenciales; el término de anomalía se refiere a que son respecto de un nivel de referencia de no movimiento de 500 m de profundidad. La circulación geostrófica es por definición paralela a las isolíneas, y es más intensa cuanto más juntas estén. El sentido de circulación es a la derecha del gradiente horizontal de los valores de las anomalías. En dicha figura también se han graficado las asociaciones de larvas obtenidas en cada crucero.

En la figura 19a se muestra la circulación geostrófica de noviembre del 2005. Fuera de Cabo Corrientes existe un giro ciclónico (sentido en contra de las manecillas del reloj) que transporta agua desde el ecuador sobre la costa y que recircula fuera de la costa como un flujo hacia el suroeste. Los dos flujos determinan una región de intensa circulación ciclónica donde predomina el grupo *Su*. Desde el noroeste se observa un flujo ciclónico que entra a la región y se reajusta en parte hacia la boca del Golfo de California. La entrada de agua desde el noroeste de nuestra región tiene asociado al grupo de larvas *MSF*. Excepto por algunas estaciones, el grupo de larvas *Tr* se ubica en la zona de contacto entre el flujo del ecuador y el del centro que corresponde a la asociación *MSC*, esta asociación a su vez esta íntimamente influenciada por la entrada de agua Ecuatorial (suroeste) con una circulación anticiclónica cuyo flujo al área de estudio es estacional.

La circulación geostrófica observada durante el crucero de marzo del 2007 se muestra en la figura 19b, por medio de las anomalías geopotenciales referidas a 500 m de profundidad. La dinámica geostrófica nuevamente nos muestra al sureste un flujo costero que recircula fuera de la costa formando un giro ciclónico y en el cual se localiza el grupo de larvas *Su*. En el noroeste se observa un flujo de entrada que asociamos al SCC y al grupo de larvas *MSF* y que no se observa que penetre hacia el interior de la región como el de noviembre del 2005. Entre estos dos flujos queda ahora una región central más amplia en marzo del 2007 que en noviembre del 2005 donde se ubica el grupo de larvas *Tr*.

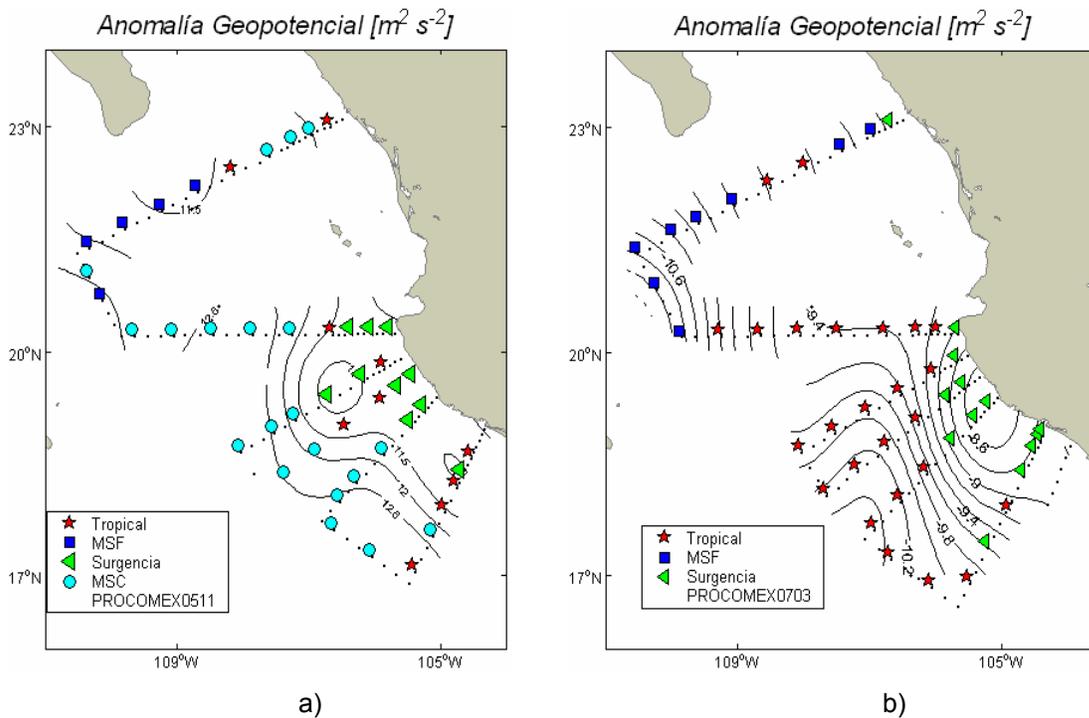


Figura 19. Mapa de anomalía geopotencial (alturas dinámicas), a) para noviembre de 2005, b) marzo de 2007, y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (*MSF*), Mínimo Salino Cálido (*MSC*).

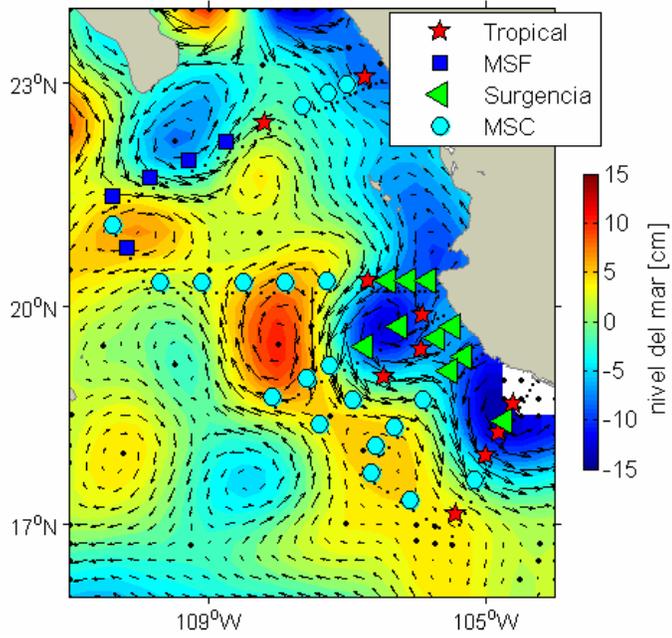
VII.IVf. Circulación geostrófica obtenida mediante imágenes de altimetría

La circulación geostrófica correspondiente a noviembre del 2005 se muestra en la figura 20a. Fuera de la banda costera de 20 km, la circulación es muy similar a la geostrófica observada durante el crucero, aunque su cobertura total nos permite ver la comunicación entre puntos sub-muestreados durante la campaña oceanográfica.

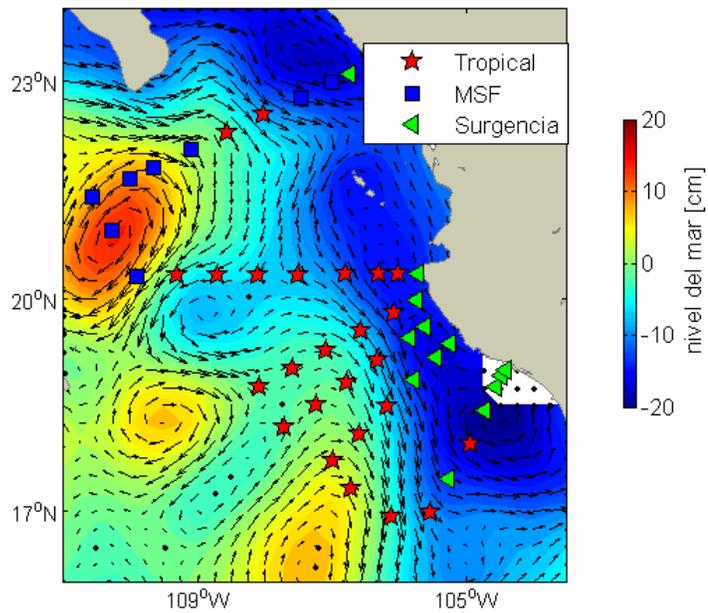
Similar a la circulación geostrófica observada, la circulación equivalente del altímetro nos muestra al sureste un flujo costero hacia el norte que recircula ciclónicamente fuera de la costa y donde predomina el grupo *Su* contra la costa y el *Tr* hacia el océano, este tipo de remolino, puede llevar a zonas más oceánicas las asociaciones costeras y funciona como una frontera dinámica entre asociaciones costeras y oceánicas. El SCC al noroeste, queda representada por un giro ciclónico que la conecta con el flujo fuera de la costa de

Cabo Corrientes. En general, podríamos decir que la influencia del SCC queda restringida al área de anomalías positivas o de circulación anticiclónica.

La circulación geostrófica del altímetro y las asociaciones de larvas de peces durante marzo del 2007 se muestran en la figura 20b. Nuevamente es notable la similitud entre las velocidades geostróficas observadas y las derivadas del altímetro, lo cual nos permite tener una idea más general de toda la circulación en la región. En esta figura se ve que el SCC penetra en nuestra región desde el oeste a los 22°N y que recircula anticiclónicamente hacia el este a los 20°N sin mucha comunicación con el sureste del área de estudio. Los grupos *Su* quedan asociados a la circulación costera y a la rama hacia el sur de la circulación ciclónica adyacente a Cabo Corrientes respectivamente.



a)



b)

Figura 20. Imagen satelital de altimetría [AVISO], a) para noviembre de 2005, b) marzo de 2007, y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis. Mínimo Salino Frío (MSF), Mínimo Salino Cálido (MSC).

VII.IVg. Análisis Canónico de Correspondencias

El ACC relaciona estadísticamente las asociaciones de larvas de peces y parámetros representativos del ambiente. Para noviembre del 2005 (Fig. 21), las estaciones pertenecientes a la asociación *MSF* se correlacionaron de manera positiva con el vector de oxígeno y de manera negativa con el vector de biomasa del zooplancton. La asociación *MSC*, se relacionó positivamente con la profundidad de la isopícnica $\sigma_t=26$ y la temperatura, y de manera negativa con la clorofila. La asociación *Su* por otro lado tuvo afinidad positiva con el vector de salinidad, clorofila y biomasa, y negativamente se relacionó con la temperatura y la profundidad de la isopícnica $\sigma_t= 26$. Por último, se observó que las estaciones pertenecientes a la asociación *Tr* tuvieron puntos dispersos (estaciones) e intermedios entre todas las variables ambientales.

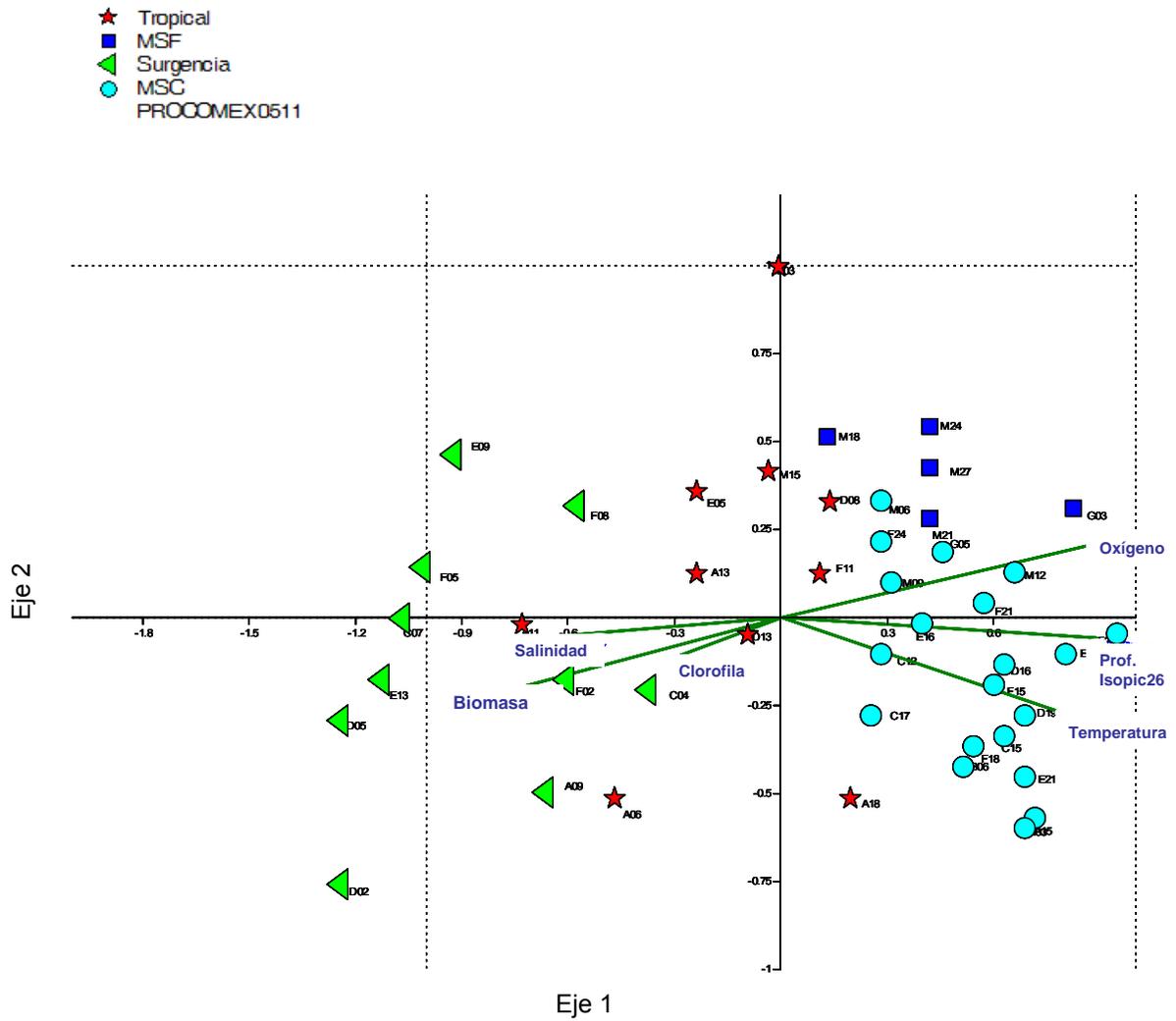


Figura 21. Análisis Canónico de Correspondencias y asociaciones de larvas de peces de definidas en noviembre 2005. Mínimo Salino Frío (*MSF*), Mínimo Salino Cálida (*MSC*); Clorofila (fluorescencia mg/m^3), Biomasa del zooplancton ($\text{ml}/1000\text{m}^3$); Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (ups); Profundidad de la isopícnica de $\sigma_t=26$ (m), Oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

Para marzo del 2007 el ACC (Fig. 22) mostró que las estaciones de muestreo correspondientes a la asociación *Tr* se relacionaron positivamente con el vector de temperatura, la asociación *MSF* con la profundidad de la isopícnica de 26 y el oxígeno disuelto, y negativamente con la biomasa; la asociación *Su* se relacionó con los vectores de biomasa del zooplancton, salinidad y clorofila, y negativamente con la temperatura, profundidad de la isopícnica $\sigma_t=26$ y el oxígeno.

saber a qué escala corresponden las correlaciones entre la circulación, los parámetros ambientales y la distribución espacial de las larvas de peces. Los grupos de larvas encontrados en el dendrograma parecen estar muy bien correlacionados con la circulación dada por eventos de mesoescala como remolinos ciclónicos y anticiclónicos. Por otro lado el ACC muestra grupos de estaciones asociados a diferentes parámetros físico-químicos y que se complementan con el diagrama termodinámico de cada estación. Aunque un remolino puede crear una región de circulación intensa que atrape un conjunto de larvas de peces, no podría generar una masa de agua con características diferentes a un remolino adyacente.

Las masas de agua y sus propiedades físico químicas están asociadas a escalas espaciales y temporales mucho más grandes que las de mesoescala como la estacional e interanual. Para poder separar cada escala estacional contenida en las observaciones se necesitan registros espacialmente amplios y temporalmente largos, que son muy difíciles y costosos de obtener. Una forma de aproximarnos a una solución es realizar un ajuste estacional de una variable que represente una capa gruesa de la circulación superficial como lo es el registro del nivel del mar obtenido desde el satélite al cual le hemos sumado la circulación media de Levitus. Como se explica en la metodología consiste en ajustar el ciclo estacional a las anomalías del nivel del mar del satélite a las que se le suman la altura dinámica en centímetros dinámicos del banco de datos oceanográficos de Levitus y referidas a la profundidad de no movimiento de 500 m.

La descomposición del nivel del mar para noviembre del 2005 se muestra en la figura 23 donde también se han superpuesto los grupos de larvas obtenidos por el dendrograma. Las zonas de valores altos del nivel del mar indican circulación anticiclónica mientras que los valores más bajos corresponden a circulación ciclónica. La contribución estacional (Fig. 23b) explican el 30% de la varianza, el 70% restante corresponde a procesos interanual e intra-anales.

La figura 23a muestra la variabilidad no-estacional del nivel del mar. La variabilidad corresponde principalmente a giros ciclónicos (de 200 a 300 km) cerca de la costa y anticiclónicos en la región oceánica de 2 a 3 meses de duración. Los giros ciclónicos costeros por si solos podrían explicar la distribución del grupo *Su* y las propiedades físico-químicas del agua asociada. Los remolinos ciclónicos intensos bombean agua desde el fondo desplazando las isopícnas a la superficie, el agua transportada es salina y fría y rica en nutrientes. Y esto podría ser la razón de que estas estaciones estén correlacionadas con la Salinidad, la Biomasa y la Clorofila mostrada en el ACC de la figura 21. Sobre la costa el mecanismo de bombeo de agua profunda por los remolinos ciclónicos podría estar acentuado por las surgencias locales, aunque los procesos muy cerca de la costa no son resueltos por la altimetría. Hay dos mecanismos conocidos de generación de remolinos de meso-escala, el primero concierne al forzamiento del rotacional del esfuerzo del viento en la superficie que transfiere vorticidad a la capa superficial del océano, los remolinos así generados se propagan desde la zona de generación hacia el oeste a velocidades lentas correspondientes a la velocidad de las ondas de Rossby largas y que en esta región es de 3 cm/s aproximadamente. La propagación lenta hacia el oeste hace que estos se disipen en lugares muy cercanos a la región de generación. Este tipo de remolinos podrían ser un mecanismo muy eficiente de transporte de propiedades desde la costa hacia la región oceánica de PNOTM.

El otro mecanismo de generación de remolinos de mesoescala son las inestabilidades generadas en los frentes oceánicos, en nuestro caso la convergencia de aguas tropicales desde la región ecuatorial y de agua de origen sub-ártico desde el SCC. Aunque estos remolinos no necesariamente se propagan hacia el oeste, también constituyen un importante mecanismo de intercambio de propiedades. El resto de los grupos de larvas encontrados durante noviembre del 2005 podrían tener alguna relación con la circulación

producida por los remolinos de mesoescala pero no podrían explicar las propiedades del agua al que están asociados.

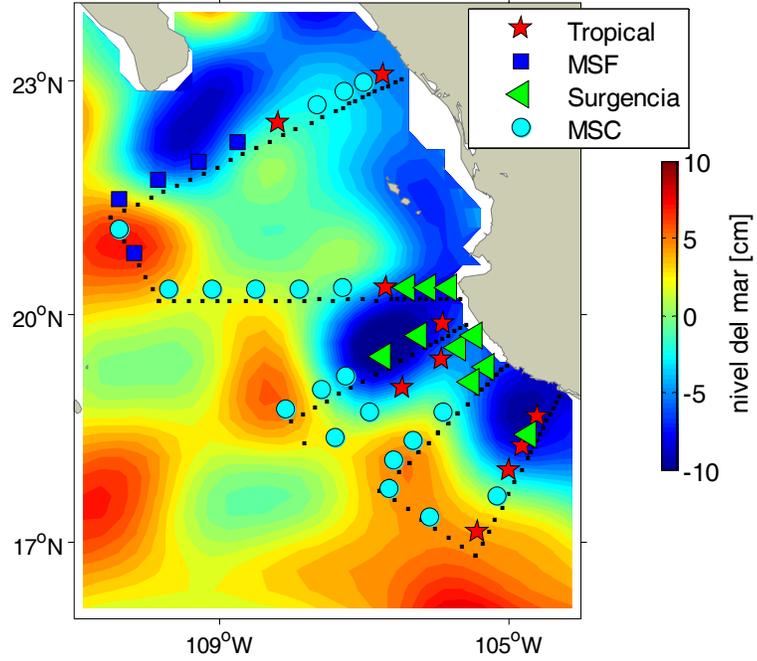
La figura 23b muestra la contribución de la variabilidad estacional durante noviembre del 2005 y la distribución de grupos de larvas de peces obtenidos con el dendrograma. El nivel del mar y sus gradientes horizontales (la circulación) abarcan toda la región, mostrando que la estacionalidad es de gran escala y está conectada con las regiones adyacentes. La variabilidad estacional la podemos asociar con las variaciones mensuales de la posición de la confluencia de aguas tropicales al sur y subtropicales al noroeste. La circulación ciclónica al noroeste cerca de Cabo San Lucas y la anticiclónica al sureste parecen delimitar zonas de aguas con diferentes propiedades y diferentes orígenes. El análisis del dendrograma diferenció dos grupos a los que llamamos *MSF* al noroeste y asociado al SCC y otro más al sur, el *MSC*. La circulación asociada a la componente estacional de la (Fig. 23b) es coherente con esta separación. El *MSC* corresponde a un área del PNOT de circulación anticiclónica que advecta agua de baja salinidad y templada desde el sur-oeste y recircula anticiclónicamente por el sureste más cerca de la costa; mientras que el *MSF* se corresponde con un área de circulación ciclónica al noroeste bajo la influencia del SCC. El *MSF* es simplemente Agua de la Corriente de California, pero el *MSC* aunque llega de la región sur, su origen está más allá de los alcances de esta tesis y es objeto de estudio de una tesis doctoral de este proyecto (Godínez Sandoval V. M. 2008, tesis de doctorado UABC, comunicación personal). Lo importante es que los dos grupos clasificados por el dendrograma se pueden explicar por la advección remota de corrientes y masas de agua desde el noroeste y desde la región tropical al sur de nuestra región de estudio. El ACC correspondiente a noviembre del 2005 (Fig. 21a) muestra a estos dos grupos relacionados con el oxígeno el *MSF* y con la temperatura y la piconclina el *MSC*; lo cual se puede explicar porque las aguas del SCC son relativamente más oxigenadas mientras que las del *MSC* son templadas por su origen tropical. Ambos grupos por ser representados por la variación estacional están muy correlacionados con la posición de la piconclina de 26 en noviembre, que los

ubica en áreas puramente ciclónicas o puramente anticiclónicas en toda la región.

Finalmente el grupo *Tr* principalmente aparece asociado a la zona de la frontera entre los grupos denominados *MSC* y *Su*, por la posición que ocupa podría estar ligado a la CCM, que sería la recirculación ciclónica contra la costa de Cabo Corrientes mostrada en la figura 23b, aunque en el análisis Canónico de Correspondencias este grupo no aparece significativamente correlacionado con ningún parámetro ambiental y sugiere que correspondería a una transición entre el grupo *Su* y el *MSC*.

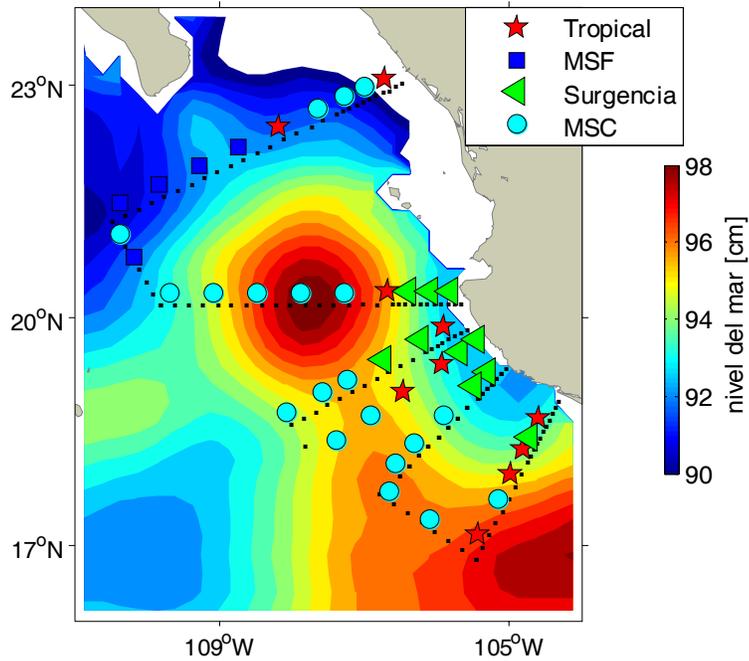
En los residuos a la estacionalidad están incluidos eventos interanuales, que corresponden a escalas globales como El Niño/La Niña, que no podemos cuantitativamente separar de la mesoescala. Pero durante noviembre 2005 los eventos interanuales fueron débiles, si recurrimos al índice interanual MEI <http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/table.html>, (Multivariate Enso Index), este no da un valor 0.387 el cual está debajo 0.500, que es el valor aceptado para tener en cuenta un evento interanual débil. Es decir durante noviembre del 2005 podrían haberse detectado en el nivel del mar eventos interanuales pero estos serían extremadamente débiles y lo que vemos entonces son eventos de mesoescala que dominan la varianza

Altimetría: residuos no estacionales nov 2005



a)

Altimetría componente estacional noviembre 2005



b)

Figura 23. Descomposición del nivel del mar para noviembre del 2005. a) No-estacional. Mínimo Salino Frío (MSF), Mínimo Salino Cálido (MSC).

Marzo

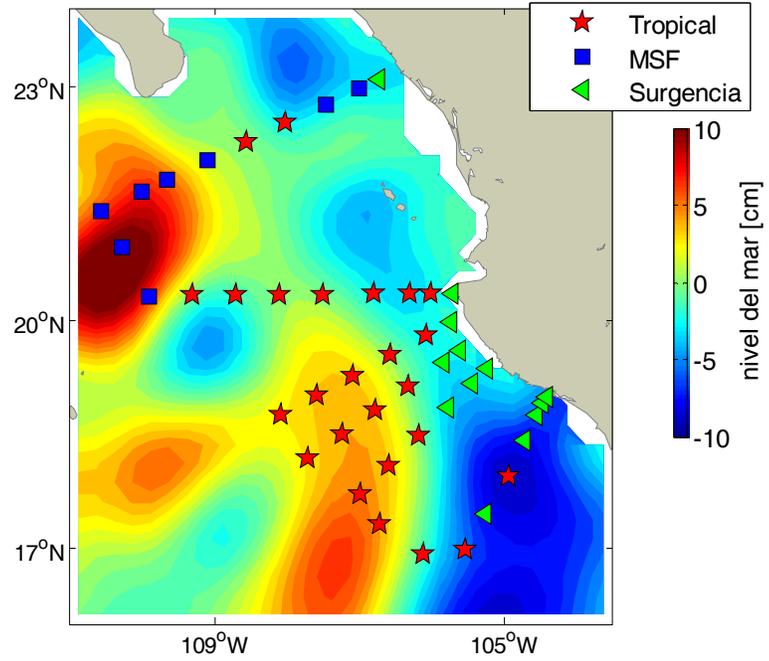
La descomposición del nivel del mar en sus residuos no estacionales y estacionales y la distribución de grupos de larvas de peces se muestra en la figura 24. Durante marzo del 2007 la actividad de meso-escala parece ser muy intensa y representadas por los giros ciclónicos y anticiclónicos más grandes que durante noviembre del 2005. El giro anticiclónico al noroeste crea una circulación cerrada al cual se asocia el grupo *MSF*. El grupo *Su* está asociado a la circulación ciclónica contra la costa y al sur de Cabo Corrientes, mientras que fuera de la costa la asociación *Tr* está asociada al giro anticiclónico fuera de la costa y al oeste de la región de estudio. Los giros de mesoescala durante este periodo no solo explican la distribución espacial de los grupos de larvas sino que también explican gran parte de las propiedades físico-químicas de las aguas que contiene. La asociación *Su* en los resultados del análisis Canónico de Correspondencia de la figura 22 nos muestra que las estaciones de este grupo correlaciona con la biomasa, clorofila y la salinidad y esto es aplicable si pensamos en el bombeo de agua profunda generada por el este giro.

El intenso giro anticiclónico en el noroeste de la región también podría explicar las propiedades las salinidades bajas en el grupo *MSF*, ya que por su circulación transportaría agua de la región del SCC que además tiene altos contenidos de oxígeno disuelto como muestran los resultados del análisis Canónico de Correspondencia en la figura 22. Finalmente la asociación *Tr* contenida en la circulación anticiclónica hacia el sureste de la región explicaría que sus estaciones en el análisis Canónico de Correspondencia correlacionen con valores relativamente altos de temperatura.

La intensa dinámica no-estacional contrasta con la poca variabilidad estacional durante marzo, (Fig. 24b). Valores bajos significan bajos transportes de propiedades desde la región subtropical hacia el noroeste y desde la región tropical al sur de la región. Esto es coherente con la poca variación de las propiedades termodinámicas (comparada con noviembre 2005) mostradas en el diagrama de la figura 18 donde una sola estación cae en los rangos de

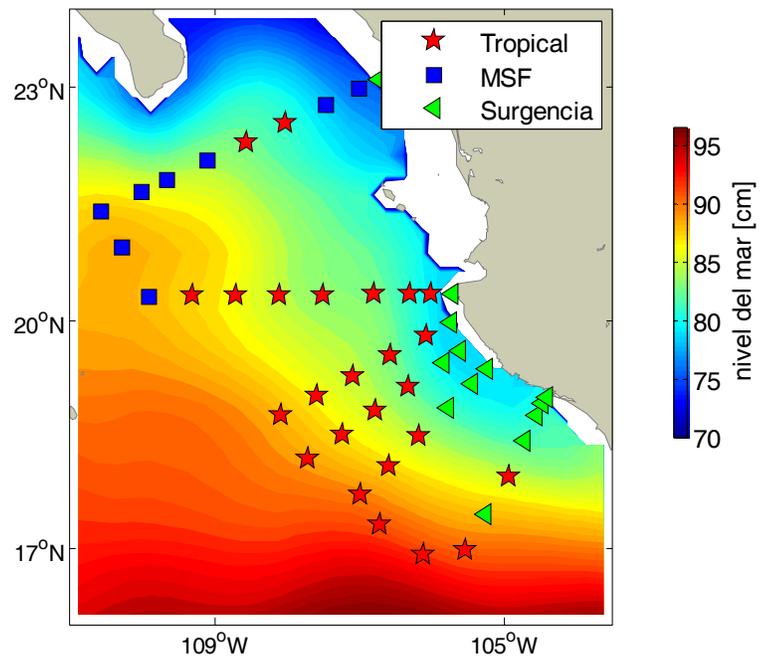
temperatura y salinidad correspondiente al agua de origen subártico. Por otra parte el valor del MEI durante marzo 2007 fue de .104 lo que indica que la variabilidad interanual contenida en la figura 24a es mínima y lo que vemos son mayormente eventos de mesoescala.

Altimetría: residuos no estacionales mar. 2007



a)

Altimetría componente estacional marzo 2007



b)

Figura 24. Descomposición del nivel del mar para marzo del 2007. a) No-estacional, b) Estacional. Mínimo Salino Frío (MSF).

VIII. DISCUSIÓN

Desde la realización del proyecto EASTROPAC I y II (Eastern Tropical Pacific) a finales de los sesenta (1967), el conocimiento de los peces en sus primeros estadios de vida en la zona oceánica del PNOTM tuvo pocos avances; los esfuerzos de investigación en ese campo se enfocaron a la zona nerítica (Acal Sánchez, 1991; Franco Gordo *et al.*, 2001a, 2001b, 2002, 2003, 2004, 2008) y resalta la definición de zonas de desove de organismos de interés comercial (González Armas *et al.*, 1999) a pesar de esto, aun son reducidos los trabajos enfocados al conocimiento del océano abierto del PNOTM, región en la cual convergen sistemas importantes de corrientes que influyen en las cadenas tróficas marinas de la región (Kessler, 2006).

Se encontró una riqueza alta de especies (131 taxones en noviembre del 2005 y 97 en marzo del 2007) con dominancia de especies de hábitat mesopelágico (26% en noviembre y 28% en marzo), demersal (38% en noviembre y 33% en marzo) y de afinidad tropical (58% en noviembre y 62% en marzo), lo cual refleja el hábitat de los adultos que ahí se reproducen (Somakaris *et al.* 2002; Isari *et al.*, 2008). En antecedentes para la zona oceánica, Alhstrom (1971) de febrero a marzo de 1967 encontró 89 especies, 74 géneros y 54 familias, con dominancia de las especies: *D. laternatus*, *Diaphus* spp, *Lampanyctus* spp., y *V. lucetia* cuyos géneros son comunes con los encontrado en este trabajo durante marzo 2007 (e incluso en noviembre 2005). Asimismo, el registro de *B. bathymaster* como especie dominante en noviembre 2005 y marzo 2007 en la zona costera de este estudio coincide con registros previos para la zona nerítica, en la que Franco Gordo *et al.* (2002) y Silva Segundo *et al.* (2006) describen que esta especie representa el 80% de la abundancia en las costas de Jalisco y Colima. Por lo anterior, la contribución de este trabajo y desde este punto de vista, es que la biota dominante es similar a la encontrada en trabajos previos, donde al parecer hay un intercambio en la zona entre especies de hábitat oceánico y costero, probablemente asociados a estructuras físicas que se describen posteriormente.

Los resultados muestran la detección de cuatro grupos de estaciones y, por tanto, asociaciones de larvas de peces en áreas geográficamente bien delimitadas y tres de ellas (*Tr*, *MSF*, *Su*) aproximadamente en la misma posición: en noviembre 2005 (*Tr*, *MSF*, *Su*, *MSC*) y en marzo 2007 (*Tr*, *MSF*, *Su*). La asociación de larvas de peces denominada *MSF*, tuvo una cobertura geográfica similar en noviembre del 2005 y en marzo del 2007 hacia el noroeste de la región, donde las especies comunes en ambos meses fueron *V. lucetia* con mayor abundancia en noviembre 2005 y *D. laternatus* con menor abundancia en marzo 2007. Cabe señalar que esta asociación en ambos periodos presentó el menor número de taxones y baja biomasa del zooplancton. En este trabajo se detectó la confluencia de masas de agua de diferente origen en el PNOTM, lo cual se puede ver en los diagramas (θ, S) de las figura 17 y 18. La definición de esta masa de agua en ambos periodos, se relacionó con la presencia de agua del SCC (de baja salinidad y fría), por tanto, para ambos periodos las asociaciones *MSF* marcan sus límites geográficos con base a ésta agua procedente del noroeste y asociada por otros autores al SCC (Franco Gordo *et al.*, 2002). La circulación superficial geostrofica observada *in situ* asociada a la distribución de larvas obtenida con el dendrograma (Fig. 19), muestra que en ambos meses las áreas geográficas de cada grupo también está relacionado con las isolíneas de circulación superficial. Siendo así que también se observa que la asociación *MSF* está influenciada por un flujo desde el noroeste que gira ciclónicamente en noviembre del 2005 y anticiclónicamente en marzo del 2007 incluso mostrando fronteras entre las asociaciones de larvas de peces. Relaciones entre la circulación geostrofica y la distribución estacional de larvas de peces ha sido documentada en Bahía de La paz y zona oceánica adyacente por Sánchez-Velasco *et al.* (2006), estos autores muestran que existen relaciones entre la circulación geostrofica y las fronteras de las asociaciones; aunado a la hidrografía Reiss *et al.* (2000) observan que también la batimetría de la plataforma continental determina la variación en la distribución de las larvas de peces y la permanencia de éstas. Esta información coincidió para el caso de la asociación *MSF*, ya que estuvo relacionada a circulación ciclónica en noviembre del 2005 y anticiclónica en marzo del 2007, y para ambos periodos

presentó las menores abundancias y diversidad, independientemente de la dirección del giro en cuestión.

La asociación de larvas de peces *Tr*, tuvo mayor amplitud de distribución en marzo del 2007 que en noviembre del 2005 y en ambos meses se distribuyó en la región central y sur del área de estudio, donde las especies comunes en ambos periodos fueron *V. lucetia*, *D. laternatus*, *D. pacificus* y *B. bathymaster*, con mayor abundancia en marzo del 2007. Para ambos periodos esta asociación presentó el mayor número de taxones y presencia de especies de hábitat demersal y mesopelágico con afinidad tropical. Esta asociación se mostró con temperaturas correspondientes a las de aguas de origen tropical, esto se pudo observar en los diagramas θ, S (Fig. 17 y 18). En las imágenes de temperatura superficial de mar, se puede ver que la asociación *Tr* en noviembre del 2005 estuvo relacionada con las temperaturas más cálidas, y en marzo, con temperaturas de intermedias a altas, si recurrimos a la imagen de la descomposición estacional en marzo (Fig. 20b), se puede ver que la zona del frente se localiza en el área de distribución de esta asociación para marzo del 2007. Con las imágenes de altimetría, se pudo observar también que la asociación *Tr*, para ambos meses (Fig. 20) estuvo relacionada a la circulación anticiclónica y en menor medida a la ciclónica, sobre todo en los contornos de dicha circulación y que hasta cierto punto, por su ubicación, se permite la comunicación de este grupo entre la zona costera y oceánica, como lo observó Sánchez Velasco *et al.* (2006), describiendo que los giros de mesoescala permiten la conexión de las asociaciones presentes en la zona (costera y oceánica-transicional) entre la Bahía de La Paz y su zona oceánica adyacente (Golfo de California). Incluso Fiedler (1986) y Sassa *et al.* (2007) han encontrado que las larvas de peces pueden ser un buen indicador de las masas de agua en zonas oceánicas de transición, tanto de éstas masas de agua como de los frentes térmicos y giros de mesoescala que se desprenden de los mismos.

Por su parte, la asociación *Su*, se restringió para ambos meses en la zona costera al sur de Cabo Corrientes, con extensión hacia el interior oceánico en

ambos periodos. Las especies que dominaron en común para ambos cruceros fueron: *B. bathymaster*, *V. lucetia* y *D. laternatus*, la primera tuvo mayor abundancia en esta asociación durante marzo y las dos últimas en noviembre del 2005. La asociación *Su*, presenta en ambos muestreos abundancia mayor de larvas y biomasa del zooplancton, así como un número elevado de taxones, los taxones exclusivos en noviembre fueron: de la familia CARANGIDAE Tipo I, CONGRIDAE Tipo II, *Ophistonema libertate*, *Hypsoblennius brevipinnis*, *Ophidion* sp. y *Lepophidium negropinna*; y en marzo del 2007 los taxones exclusivos de esta asociación fueron *Anchoa* sp. y *Caranx caballus*. De acuerdo a lo observado en el diagrama θ, S , esta asociación presenta condiciones de aguas de origen tropical, pero resaltan también mayores valores de salinidad, como una característica típica en zonas donde ocurren surgencias, las cuales en esta área se originan, sobre todo, debido a las irregularidades topográficas en Cabo Corrientes, las cuales juegan un importante rol en las mismas (Bulgakov y Martinez, 2006). Como se observa en las imágenes de altimetría, esta asociación estuvo relacionada con una circulación ciclónica sobre la costa, desde Cabo Corrientes hasta el extremo sureste de la región. Es elemental recordar que los remolinos de mesoescala (Fig. 23 y 24) son la parte más importante de la varianza observada en este trabajo; los ciclónicos producen el bombeo de agua subsuperficial hacia la superficie llevando disponibilidad de nutrientes que favorecen el proceso de la Productividad Primaria (PP), tal como lo observa Piontkovski *et al.* (1995), estos giros pueden funcionar como los principales generadores de procesos de enriquecimiento en el océano e incluso transportar los organismos planctónicos hacia el océano interior, esto varía de acuerdo a la magnitud del giro y su evolución en el tiempo. En particular, si en la costa ocurren procesos de surgencias importantes, los remolinos transportaran agua rica en nutrientes de la región costera hacia la región oceánica, este fenómeno ha sido observado por Chávez *et al.* (2002) en la costa oeste de la Península de Baja California, y esto es lo que se observa con la asociación *Su*, donde las propiedades generadas por la surgencia que se registra en la zona costera se dispersa a la zona oceánica, lo cual se puede comprobar con las imágenes de satélite de pigmentos de clorofila (como *proxy*

de la PP), cuyos valores mayores se presentan en marzo del 2007, además de que en ambos meses se presentó para esta asociación la mayor biomasa del zooplancton. Posiblemente por la presencia de la circulación ciclónica relacionada con esta asociación, también permite la conexión entre la costa y el océano abierto, y que incluso puede propiciar la comunicación con la asociación *Tr.*

Con respecto a la asociación *MSC*, ésta sólo se presentó en noviembre del 2005, con *Vinciguerria lucetia* con los valores de mayor abundancia y los demás taxones dominantes *D. laternatus*, *D. pacificus* y *C. pauciradiatus*. Se localizó en la región oceánica principalmente al sureste de Cabo Corrientes. En noviembre del 2005 con respecto a la asociación *MSC* observando la imagen θ, S (Fig. 17) no queda claro si sus características son producto de la mezcla de masas de agua o si representa una masa de agua de diferente origen. La asociación *MSC* se corresponde con un flujo anticiclónico desde la región tropical, desconectado de la circulación ciclónica estacional al noroeste que introduce agua del SCC en el PNOTM. Así las propiedades de la asociación *MSC* están relacionadas a aguas hacia el sur de la región (tropicales, aunque de origen desconocido) de baja salinidad y calientes más que a un proceso de mezcla en el PNOTM. Esta asociación, en la imagen de altimetría, se puede observar ligada a una circulación anticiclónica intensa. Los giros anticiclónicos generan hundimiento del agua superficial inhibiendo la tasa de la PP y los remolinos generados sobre la costa resultan ser un mecanismo muy eficiente en el transporte de propiedades hacia la región oceánica del PNOTM, ya que por su corta vida (mesoescala) y lenta propagación (en general hacia el oeste) se disipan rápidamente difundiendo sus propiedades de una región a otra (Trasviña *et al.*, 1995, 2008). Una inferencia de baja PP se puede observar con la coincidencia de la ubicación de este grupo con la zona de valores bajos de clorofila (Fig.16a) y valores bajos de biomasa del zooplancton (Fig. 14a).

Las relaciones de las asociaciones de larvas de peces con las masas de agua encontradas en este trabajo corresponden con antecedentes recientes, como es el trabajo de Sassa *et al.* (2007) en el oeste del Pacífico norte (Japón). Estos autores observan que los patrones de distribución de larvas de mictófidios corresponden con la posición de la extensión del frente entre la corriente de Kuroshio (tropical) y Oyashio (subtropical), además de que las asociaciones de larvas de peces se relacionan con estructuras como los giros (núcleo calido y frío) y filamentos, por lo que estos investigadores sugieren que las larvas de peces mesopelágicos pueden ser un buen indicador de las masas de agua en una zona de transición. Fernández Álamo & Färber Lorda (2006) realizaron una revisión de los trabajos hechos en el PNOTM sobre la distribución del zooplancton, y encontraron que abundancias mayores de biomasa del zooplancton se localizan cerca de la costa y menores en la zona oceánica, en general los valores más altos de la biomasa en esta revisión se encuentran interrelacionados con las masas de agua donde la termoclina es poco profunda asociado a las zonas costeras y procesos de surgencia oceánicas; por tanto, podría decirse que nuestros resultados van acorde a la distribución general de la biomasa del zooplancton que en los trabajos revisados por éstos autores por lo que la dinámica oceánica en el PNOTM afecta no solo asociaciones de larvas de peces, si no también, muy probablemente a todos los grupos del zooplancton, incluso los migratorios, ya que éstos se encuentran aproximadamente hasta los 200 m de profundidad, columna de agua influenciada por las masas de agua y circulación descritas en este trabajo.

El carácter meroplanctónico de las larvas de peces bastaría para explicar que los remolinos de ambos periodos crean regiones cerradas de circulación ciclónica y anticiclónica donde los grupos de larvas obtenidos con el dendrograma quedan retenidas por sus fronteras. Sin embargo una análisis de correlación entre las abundancias y los parámetros físico-químicos observados (independiente del dendrograma) como el mostrado en la figura 21, 22 y que corresponde al ACC nos muestra que cada asociación de larvas de peces se correlaciona distinto con los parámetros ambientales, que aunado a las masas

de agua encontradas en los diagramas termodinámicos de la figura 17 nos sugieren que la distribución horizontal de los grupos de larvas en cada periodo está determinada por otros factores además del producido por la intensa circulación de los remolinos de mesoescala. Piontkovski *et al.* (1995) han observado respecto a esto, que en ocasiones el efecto de los remolinos sobre la distribución del zooplancton puede no ser observado y han asociado su distribución a eventos físicos de gran escala. Sin embargo, con el soporte de la dinámica presentado en este trabajo, podríamos afirmar que las isolíneas de corrientes geostróficas (datos *in situ* y altimetría), y la distribución de las masas de agua, pueden ser producto de la interacción de diversos gradientes ambientales, y generan fronteras dinámicas para organismos del plancton, como son las larvas de peces, sin dejar de lado las estrategias de desove de los adultos (Hjort, 1914; Isari *et al.*, 2008)

El índice interanual MEI, muestra que en noviembre del 2005 y marzo del 2007 existieron condiciones El Niño y La Niña extremadamente débiles, lo cual nos permite suponer que las anomalías no estacionales representarán principalmente eventos intra-anales. De hecho, en futuros estudios, resultaría interesante contar con un muestreo que corresponda a una mayor intensidad de estos eventos interanuales, ya que según lo observado por Zamudio *et al.* (2007), los giros de mesoescala durante eventos El Niño se incrementan y durante la Niña se reducen y esto nos permite especular que la distribución de las asociaciones de larvas de peces cambiarían potencialmente, de acuerdo a estos eventos.

IX. CONCLUSIÓN

Las asociaciones de larvas de peces en la región del PNOTM se relacionan con el ambiente de dos maneras distintas:

1. Con la dinámica de mesoescala, dada por remolinos generados localmente, que produce áreas con circulación ciclónicas o anticiclónicas donde las larvas quedan retenidas y son transportadas con los movimientos advectivos de los remolinos.
2. Con la dinámica remota, dada por la confluencia de corrientes oceánicas de gran escala, que crea regiones donde las condiciones físico-químico de las aguas transportadas de la región exterior favorecen o no el desarrollo de grupos de larvas de peces.
3. La interacción de la dinámica de mesoescala y remota, genera la definición asociaciones de larvas de peces con fronteras dinámicas que resultan en un hábitat planctónico, definido con duración dependiente de los procesos de mesoescala en primera instancia.

X. RECOMENDACIONES

El seguimiento estacional de las interacciones de las asociaciones de larvas de peces y su ambiente en la zona del PNOTM es de suma importancia, ya que éste ayudará a un mejor entendimiento de lo que ocurre en el área de estudio y como es que esto afecta a los organismos del zooplancton, en particular a las larvas de peces.

De igual manera, recientemente se ha encontrado que los otolitos de larvas de peces han funcionado para hacer inferencias en cuanto a la temperatura del agua en la que una larva paso alguno de sus estadios, lo cual puede ser un indicador más, aparte de los que aquí se mostraron, acerca de las masas de agua en las que se desarrollan los organismos. En estos muestreos, la fijación fue en formol, lo cual no permitirá hacer un estudio posterior en cuanto a los otolitos, pero se recomienda que se hagan estudios dirigidos a este propósito con la fijación adecuada.

LITERATURA CITADA

- Acal Sánchez D. E., 1991. Abundancia y diversidad del ictioplanctón en el Pacífico centro de México, Abril 1981. *Ciencias Marinas*, Vol. 17, No.1, pp. 25-50.
- Aceves Medina G. E., A. González & R. J. Saldierna. 1999. Larval development of *Symphurus williamsi* (Cynoglossidae: Pleuronectiformes) from de Gulf of California. *Fishery Bulletin* 97 (74): 738-745.
- Ahlstrom, E. H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical pacific, based on collections made on ESTROPAC I. *Fishery Bulletin*. Vol. 69 No.1 pp. P3-78.
- Ahlstrom, E. H. 1972. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical pacific on the second multivessel EASTROPAC survey, and observations on the annual cycle of larval abundance. *Fishery Bulletin*. Vol. 70 No. 4:1153-1209.
- Badan Dagon, A. 1998, Coastal Circulation from the Galapagos to the Gulf of California. In: Robinson, A.R. and K.H. Brink (Eds), *The Sea, The Global Coastal Ocean, Regional Studies and Synthesis* Vol. 11, John Wiley. 315-343.
- Beers, J. R. 1976. Zooplankton Fixation and Preservation. Determination of zooplankton biomass. *Steed man, H. F. UNESCO Paris* 35-84.
- Beier E., M. F. Lavín, J. Gómez, V. Godínez, & J. García, 2003 La Corriente Costera Mexicana in *GEOS, Reunión anual de la Unión Geofísica Mexicana*, Vol. 23, p. 152, Puerto Vallarta, México.

- Bray, J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*. 27: 325-349.
- Bulgakov S. N. & A. Martínez Zatarain. 2006. Surgencias y vientos favorables en la costa oriental del Pacífico mexicano. *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán* INP. 29-40.
- Chávez, F. P., J.T. Pennington, C. G. Castro, J. P. Ryan, R. P. Michisaki, B. Schlining, P. Walz, K. R. Buck, A. Mc Fadgen & C. A. Collins. 2002. Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in the Central California Waters. *Progress in Oceanography*, 54, 205-232.
- De la Cruz Agüero, G. 1994. *ANACOM. Sistema para el análisis de comunidades*. Versión 3.0. Manual de usuario. CICIMAR-IPN. 99 pp.
- Evseenko, S. A. & M. I. Shtaut, 2000. Early Stages of Development of Two Species of Tongue Soles *Symphurus chabanaudi* and *Symphurus prolatinaris* (Cynoglossidae, Pleuronectiformes) from Central Eastern Pacific, *Vopr. Ikhtiol.* 40, 792–803 *Journal of Ichthyology*. 40, 751–761.
- Fernández Álamo A.M. & J. Färber Lorda. 2006 Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, Vol. 69:318-359.
- Fiedler P. C. 1986. Offshore entrainment of anchovy spawning habitat, eggs, and larvae by displacement eddy in 1985. *CalCOFI Report*. Vol. XXVII.
- Field J. G., K. R. Klarke & R. M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysis multispecies distributions patterns. *Marine Ecology Progress Series*. 8:37-52.

- Flores Vargas R., Navarro-Rodríguez C, S. Hernández Vázquez, R. Saldierna Martínez, & R. Funes Rodríguez, 2004. Distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en la costa de Jalisco y Colima, México *Boletín del Centro de Investigaciones biológicas*, Maracaibo Venezuela. 38(2) 65-80.
- Franco Gordo C, E. Suárez Morales, E. Godínez Domínguez, & Flores Vargas. 2001a. Seasonal survey of the fish larvae community of the central Pacific coast of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 68:383-396
- Franco Gordo C., E. Godínez Domínguez, & E. Suárez Morales. 2001b. Zooplankton biomass variability in the Mexican eastern tropical Pacific. *Pacific Science*, 55: 191-202.
- Franco Gordo, C., E. Godínez-Domínguez & E. Suárez Morales 2002. Larval fish assemblages in waters of the central Pacific Coast of Mexico. *Journal of Plankton Research_V*. 24 No. 8 775-784 pp.
- Franco Gordo, C., E. Godínez Domínguez, E. Suárez Morales & Vázquez Yeomans L., 2003. Diversity of ichthyoplankton in the central Mexican Pacific: a seasonal survey. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 57 (1):111-121
- Franco Gordo C., E. Godínez Domínguez, A. E. Filonov, I. E. Tereshchenko, & J. Freire. 2004. Plankton and larval fish dynamics prior and during El Niño period (1997-98) in the central Pacific coast of Mexico. *Progress in Oceanography* 63:99-123.
- Franco-Gordo, C., E. Godínez Domínguez, E. Suárez Morales & J. Freire 2008. Interannual and seasonal variability of the diversity and structure of ichthyoplankton assemblages in the central Mexican Pacific. *Fisheries oceanography*. 17:3, 178-190.

- García de León Loza, A. 1988. Generalidades del análisis de cúmulos y del análisis de componentes principales. *Instituto de geografía UNAM*.
- Godínez Sandoval V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. A. García Córdova, C. E. Cabrera Ramos. 2006. Datos hidrográficos frente a Cabo Corrientes y en la entrada del Golfo de California durante noviembre del 2005. *Reporte técnico. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*.
- Godínez Sandoval V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. C. A. Cepeda Morales, J. A. García Córdova, & C. E. Cabrera Ramos. 2007. Datos hidrográficos frente a Cabo Corrientes y en la entrada del Golfo de California durante marzo del 2007: Campaña PROCOMEX-0703. *Reporte técnico. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*.
- González Acosta, A. F. 1998. *Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero el Conchalito, ensenada de la Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de maestría CICIMAR 126 p.
- González Armas R., O. Sosa Nishizaki, R. F. Rodríguez & V. A. Levy Pérez, 1999. Confirmation of the spawning area of the Striped Marlin, *Tetrapturus audax*, in the so-called core area of the Eastern Tropical Pacific of Mexico. *Fisheries Oceanography*, 8:3. 238-242.
- Hammer, Oyvind. 2002. Palaeontological community and diversity analysis. *Paläontologisches Institut und Museum, Zürich*.
- Hjort, J. 1914. The fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapp.P-v.Reun.Cons.Int.Explor.Mer.*, 20: 1-228.

- Isari S., N. Fragopoulou & S. Somakaris. 2008. Interrannual variability in horizontal patterns of larval fish assemblages in the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean) during early summer. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 79:607-619.
- Kessler W., 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review, *Progress in Oceanography*, 69,181-217.
- Lasker, R. 1985. An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *United States Department Commerce NOAA Tech. Rep. NMFS* 36: 99.
- Lavín, M. F., E. Beier, J. Gómez Valdés, V. M. Godínez, & J. García, 2006. On the summer poleward coastal current off SW México, *Geophysical Research Letters*, 33, L02601, doi:10.1029/2005GL024686.
- Levitus, S. y T. Boyer. 1994. *World Ocean Atlas* Vol. 4: Temperature. NOAA Atlas NESDIS 4, U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 117 p.
- Levitus, S.; Burgett, R. y T. Boyer, 1994: *World Ocean Atlas*. Vol. 3: Salinity. NOAA Atlas.
- Loeb V. J., & J. A. Nichols 1984. Vertical distribution and composition of the ichthyoplankton and invertebrate zooplankton assemblages in the eastern tropical Pacific. *Biología pesquera* 13: 39-66.
- Mercuri Milena, 2007. *Varamiento de mamíferos marinos en isla Magdalena, B.C.S., México y su relación con factores físicos y biológicos*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 197 p.

- Moser, H. G. (Edit) 1996. The early stages of fishes in the California Current Region *CalCOFI Atlas No. 33*. Allen Press, Inc. Lawrence Kansas 1505 pp.
- Muhling B. A., L. E. Beckley & M. P. Olivar. 2007. Ichthyoplankton assemblage structure in two mesoscale Leeuwin Current eddies, eastern Indian Ocean. *Deep Sea Research II* 54:1113-1128
- Navarro Rodríguez M. C. & R. Flores Vargas. 2006. Distribución y abundancia de larvas de peces perciformes y pleuronectiformes de las costas de Jalisco y Colima, México. *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP. 281-296.
- Pennington, J. T., K. L. Mahoney, V. S. Kuwara, D. D. Kolbert, R. Calienes, F. P. Chávez. 2006. Primary production in the Eastern Tropical Pacific: A review. *Progress in oceanography* 69, 285-317.
- Piontkovski S. A., R. Williams, W. Peterson & V. Kosnirev. 1995. Relationship between oceanic mesozooplankton and energy of eddy fields. *Marine Ecology Progress Series*. 128:35-41.
- Reiss, C. S., Panteleev, G., Taggart, C. T., Sheng J. & de Young, B. 2000. Observation of larval fish transport and retention on the Scotian Shelf in relation to geostrophic circulation. *Fisheries Oceanography* 9 (3), 195-213.
- Sánchez Velasco L., E. Beier, C. Ávalos & M. F. Lavín, 2006. Larval fish assemblages and geostrophic circulation in Bahía de La Paz and the surrounding southwestern region of the Gulf of California. *Journal of Plankton Research* V. 23 No. 11:1081-1098.
- Sassa C., K. Kawaguchi , Y. Hirota & M. Ishida. 2004. Distribution patterns of larval myctophid fish assemblages in the subtropical–tropical waters of

the western North Pacific. *Fisheries Oceanography*. 13:4, 267–282, 2004.

Sassa C., K. Kawaguchi & K. Taki. 2007. Larval mesopelagic fish assemblages in the Kuroshio-Oyashio transition region of the western North Pacific. *Marine Biology* 150:1403-1415.

Silva Segundo C., R. Funes Rodríguez , E. G. Robles Jarero, E. Ríos Jara. 2006. Ictioplancton en las Bahías de Chamela, Jalisco y Manzanillo Colima (ciclo 2001-2002). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP. 266-280.

Sinclair, M. 1988. Marine populations. An essay on population regulation and speciation. *Washington Sea Grant Program*. Seattle & London. 252 p.

Siordia Cermeño, M. P., L. Sánchez Velasco, M. Sánchez Ramírez, M. C. Franco Gordo. 2006. Variación temporal de la dieta de larvas de *Bregmaceros bathymaster* (Pises: Bregmacerotidae) en las costas de Jalisco y Colima, México, durante un ciclo anual (1996). *Ciencias marinas*. 32 (1A):13-21.

Smith, P. E. 1971. Distributional atlas of zooplankton volume in the California Current Region, 1951, trough 1966. *Calcofi Atlas No. 13*.

Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Standards Techniques for pelagic fish egg and larvae survey. *FAO fish. Tech. Pap.* 175. 100 p.

Strub T.S. & C. James. 2002. Altimeter-derived surface circulation in the large-scale NE Pacific Gyres. Part 1. Seasonal variability. *Progress in Oceanography*. 53: 163-183.

- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1969. *Biometría*. Ed. Blume. Barcelona, España. 587 p.
- Somarakis, S., P. Drakopoulos, & V. Filippou. 2002. Distribution and abundance of larval fish in the northern Aegean sea-eastern Mediterranean in relation to early summer oceanographic conditions. *Journal of Plankton Research* V. 24 (4), 339-357.
- Ter Braak, Cajo J. F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis *Ecology*, Vol. 67 (5): 1167-1179.
- Trasviña, A., E. D. Barton, J. Brown, H. S. Vélez, P. M. Kosro & R. L. Smith, 1995. Offshore wind forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: the asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research*. 100, 20646-20663.
- Trasviña, A. & E. D. Barton. 2008. Summer circulation in the Mexican tropical Pacific. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 55 (5) 587-607.
- Vaillancourt R. D., J. Marra, M. P. Seki, M. L. Parsons & R. R. Bidigare. 2003. Impact of cyclonic eddy on phytoplankton competency in the subtropical North Pacific Ocean. *Deep Sea Research I* 50:829-847.
- Wirtky, K., 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-. *American Tropical Tuna Commission, Bulletin* 10 (5), 269-304.
- Yevseyenko, S. A. 1990. Unusual larvae of the marine tonguefish, *Symphurus* sp. (Cynoglossidae), from central waters of the eastern Pacific. *Voprosy Iktiologii*; 30 (4):682-686.

Zamudio, L., H. E. Hurlburt, E. J. Metzger, & C. E. Tilburg. 2007. Tropical wave-induced oceanic eddies at Cabo Corrientes and the Maria Islands, Mexico, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 112(C5), Artn C05048 Doi 10.1029/2006jc004018.