



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
(BIOLOGÍA MARINA)**

**HÁBITATS DE LARVAS DE PECES EN LA TRANSICIÓN TROPICAL SUBTROPICAL  
DEL PACÍFICO FRENTE A MÉXICO**

**TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN CIENCIAS**

**PRESENTA:  
M. EN C. CRISTINA ALICIA LEÓN CHÁVEZ**

**TUTORES PRINCIPALES  
DR. EMILIO BEIER  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA  
DRA. LAURA SANCHEZ VELASCO  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**

**COMITÉ TUTOR  
DRA. MARINA SANCHEZ RAMIREZ  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DR. CÉSAR FLORES COTO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
DR. DAVID SALAS DE LEÓN  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**MÉXICO, D. F. SEPTIEMBRE 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología*  
Universidad Nacional Autónoma de México



**HÁBITATS DE LARVAS DE PECES EN LA TRANSICIÓN  
TROPICAL-SUBTROPICAL DEL PACÍFICO  
FRENTE A MÉXICO**

**T E S I S**

que para obtener el grado académico de

**Doctor en Ciencias**

(Biología Marina)

presenta:

**M. en C. Cristina Alicia León Chávez**

**Directores de Tesis:** Dr. Emilio Beier y Dra. Laura Sánchez Velasco

**Comité Tutorial:** Dra. Marina Sánchez Ramírez

Dr. César Eduardo Flores Coto

Dr. David Alberto Salas de León

México D.F. Septiembre 2015

*Dedicatoria*

*Con todo mi amor y cariño a mi familia  
Sínuhé y Julio César  
porque los logros de la vida  
se disfrutan más si se comparten  
(eso incluye a Ramiro, Marlin y Casquito)*

*“Y una vez que la tormenta termine, no recordarás como lo lograste,  
como sobreviviste. Ni siquiera estarás seguro si la tormenta ha  
terminado realmente. Pero una cosa sí es segura. Cuando salgas de esa  
tormenta, no serás la persona que entro en ella. De eso se trata esta  
tormenta”*

*Haruki Murakami*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por todo lo que me ha proporcionado a lo largo de mi vida académica, al darme un sinfín de oportunidades para mi desarrollo profesional y personal. Es por ello que siempre estaré en deuda y trataré de retribuir a la sociedad un poco de lo mucho que me ha dado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de estudios de posgrado (número de registro 218169) y a la sociedad en general, quienes con sus recursos públicos administrados por CONACyT contribuyeron con el pago de mis estudios de posgrado.

Agradezco a mis directores de tesis, Dra. Laura Sánchez y Dr. Emilio Beier, por su apoyo en la realización y culminación de este trabajo y al comité tutorial, a la Dra. Marina Sánchez, Dr. David Salas de León y Dr. César Flores Coto, por la revisión y aportaciones hechas a este trabajo.

Agradezco de nuevo al Dr. Emilio Beier, por su paciencia y apoyo brindado para que éste trabajo llegara a buen término.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional y al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, unidad La Paz, instituciones que en conjunto me dieron las facilidades para llevar a cabo este trabajo.

A los proyectos: “Inventario de larvas de peces en la región sur del Golfo de California (GAP 81, 85 y 86) y en el Pacífico Tropical Mexicano (GAP 88-91), CONABIO”, “Influencia de remolinos de mesoescala sobre hábitats de larvas de peces (con énfasis en especies de importancia comercial) en la zona de mínimo de oxígeno del Océano Pacífico frente a México: océano abierto y efectos de islas CB-2014-01-236864” y al proyecto “Un estudio de la Corriente

Costera Mexicana y el Pacífico adyacente, con un SeaGlider, cruceros oceanográficos y datos de satélite” CONACyT (SEP-2011–168034-T).

El muestreo y obtención de datos que provienen de la campaña PROCOMEX0911 realizada en el año 2009 a bordo del B/O El PUMA. El financiamiento para el tiempo de barco para la realización de esta campaña fue cubierto por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al equipo de trabajo de PROCOMEX, el Dr. Miguel Lavín †, Alejandro Kurczyn y Víctor Godínez. Al Dr. Jaime Färber por las facilidades otorgadas para la obtención de las muestras de ictioplancton, en particular del PROCOMEX0911.

Al M.C. Ricardo Saldierna, Dra. Patricia Jiménez, Dra. Margarita Renteria Cano por su ayuda y enseñanza en la identificación de las larvas de peces.

Al equipo de trabajo del laboratorio de Diversidad y Ecología del Fitoplancton por abrirme las puertas de su laboratorio y permitirme llevar a cabo mi trabajo de tesis en un ambiente de armonía y amistad. Muchas gracias Dr. David U. Hernández Becerril por considerarme una integrante más del equipo y a mis compañer@s y amig@s Dulce Parra, Karina Esqueda, Zuleima Santana, Rocío Torres, Yacciry Ahuja, Jessica Salazar, Sergio y German Vega.

A mis profesores Gil Gasca y Miguel Ángel Arciniega por enseñarme a explorar los confines acuáticos, a la Dra. Lupita y el Dr. Alfredo porque me ayudaron entender muchas cosas y quitarme un gran peso de encima, a mis amigas Mónica Rodríguez, Susan Davies, Fátima Ordoñez, Itzel Garcia Kaufman, Alejandra Chávez, Rocío Ronzón y Edith Soriano que me brindaron su apoyo y amistad durante mi estancia en La Paz.

A mi querido esposo Sinuhé Muñoz, mis grandes amigos Emmanuel, Luis, Brenda y Jorge que siempre me apoyaron de cerca y a la distancia en mi constante ir y venir.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>9</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>9</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
Trabajo de campo .....	10
Análisis de parámetros físicos.....	13
Trabajo de laboratorio .....	15
Análisis de datos biológicos.....	16
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
Junio 2005.....	20
Noviembre 2005 .....	29
Agosto 2006 .....	38
Marzo 2007 .....	47
Noviembre 2009 .....	56
Febrero 2010.....	63
Escala temporal en los hábitat de larvas de peces .....	73
<b>DISCUSION</b> .....	<b>81</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>86</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>88</b>

## RESUMEN

---

A partir de seis campañas oceanográficas realizadas en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico frente a México se analizó la relación entre las escalas ambientales presentes en la región (mesoescala, estacional e interanual) por medio de la descomposición de funciones empíricas ortogonales aplicado a las imágenes de satélite de la anomalía del nivel del mar. El muestreo consistió en una red de estaciones hidrográficas y arrastres oblicuos de zooplancton con red bongo (505  $\mu\text{m}$ ). El índice de disimilitud de Bray Curtis definió tres hábitats de larvas de peces (HLPs) recurrentes durante los periodos frío (marzo y junio) y cálido (agosto y noviembre); estos hábitats variaron en su extensión en función de la influencia de las escalas ambientales. El HLPs Tropical (caracterizado por alta abundancia de *Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus*, *Diaphus pacificus*) estuvo asociado a la variabilidad estacional, con una extensión mayor durante el periodo cálido e interanual “El Niño” (noviembre 2005, noviembre 2009 y febrero 2010). El HLPs Transición Corriente de California (dominado por *V. lucetia* y *D. laternatus*, pero con menor abundancia que en el HLPs Tropical) y el HLPs Costa Océano (dominado por *Bregmaceros bathymaster*) estuvieron asociados principalmente a la actividad inducida por remolinos; y en el segundo caso, también por surgencias costeras. Durante el evento interanual El Niño, en noviembre de 2009, la actividad de mesoescala disminuye y el HLPs Tropical predomina en toda el área. Entonces, las escalas ambientales de mesoescala, estacional e interanual tienen influencia en la abundancia y extensión de los HLPs de modo diferente de acuerdo a la escala presente. En periodos que no se presenta el efecto interanual, el principal mecanismo que determina la extensión de los HLPs y los límites planctónicos asociados es la actividad de mesoescala.



## ABSTRACT

---

From six oceanographic cruises carried out in the Eastern Tropical Pacific off Mexico, relationships between the larval fish habitats and the environmental scales (mesoscale, seasonal and interannual) were analyzed by orthogonal robust functions decomposition applied to altimetry anomalies. The sampling consisting of a grid of hydrographic stations and oblique zooplankton hauls with bongo net (505  $\mu\text{m}$ ). Bray-Curtis dissimilarity Index defined three recurrent larval fish habitats during the cool (March and June) and warm (August and November) periods; but these varied in extent as a function of the influence of the environmental scales. The Tropical larval fish habitat (characterized by high abundance of *Vinciguerria lucetia*, *Diogenichthys laternatus*, *Diaphus pacificus*,) associated its variability to the seasonality, extending in warm and interannual (November 2005, November 2009, February 2010) periods. The Transitional-California Current larval fish habitat (dominated by *V. lucetia* and *D. laternatus*, but in low abundance than in the Tropical habitat) and Coastal-Oceanic larval fish habitat (dominated by *Bregmaceros bathymaster*) were associated mainly with mesoscale activity induced by eddies; and in the latter case, also by coastal upwelling. During El Niño interannual events like that of November 2009, mesoscale activity was reduced and the Tropical larval fish habitat predominated in the whole area. Thus the mesoscale, seasonal and interannual environmental scales affect the abundance and extension of larval fish habitats differently scale, In periods without interannual effects, the main mechanism that determines the larval fish habitat extent and associated planktonic limits is the mesoscale activity.

## **ABREVIATURAS**

**ACC:** Análisis Canónico de Correspondencias

**ANOSIM:** Análisis de similitudes

**ANM:** Anomalía del nivel del mar

**CCCR:** Corriente Costera de Costa Rica

**CCM:** Corriente Costera Mexicana

**CC:** Corriente de California

**CO:** Costa-Océano

**FEO:** Función empírica ortogonal

**HLPs:** Hábitat de larvas de peces

**MEI:** Multivariate Enso Index

**SIMPER:** Porcentaje de similaridad

**TscCC:** Transición Corriente de California

**TTSTPM:** Transición Tropical-Subtropical del Pacífico frente a México

**Tr:** Tropical

## INTRODUCCIÓN

---

Los patrones de distribución de las larvas de peces dependen de las estrategias de reproducción de los adultos y de una combinación de factores ambientales que influyen directamente sobre la supervivencia de las mismas (Leiby 1986; Moser y Smith 1993; Sassa *et al.*, 2007). Por lo tanto, la combinación de factores ambientales va a definir el hábitat en donde se encuentren los peces durante su fase planctónica. En este sentido Heath (1992) define a un hábitat de larvas de peces (HLPs) como aquel que presenta características biológicas (p.ej. disponibilidad de alimento, presencia de depredadores) y físicas (p. ej. gradientes hidrográficos, procesos de mesoescala y circulación que promuevan transporte o retención) propicias para el desarrollo de las larvas.

Los gradientes hidrográficos y los procesos de mesoescala como remolinos, frentes y surgencias pueden generar condiciones favorables para el desarrollo de las larvas de peces (Bakun, 2006). Se ha visto que los remolinos durante su formación pueden atrapar huevos y larvas y funcionar como barrera hidrográfica para las larvas de peces tal como ha sido registrado, la Gran Bahía Australiana en el océano Índico (Condie *et al.*, 2011), las costas de Brasil, Uruguay y Argentina en el Atlántico sur (Bakun y Parrish, 1991), el océano Pacífico en la Bahía Tosa en Japón e (Sassa e Hirota, 2013) o la Bahía de la Paz, México (Sánchez-Velasco *et al.*, 2006). A su vez, las surgencias también han sido señaladas como procesos de mesoescala que generan zonas favorables para el desove, por ejemplo en los sistemas de surgencias de frontera oriental que se presentan en la Corriente de Humboldt en Perú (Lett *et al.*, 2007, Bakun y Parrish, 1982), un filamento de afloramiento en las costas de África cercano a las Islas Canarias (Rodríguez *et al.*, 1999) o la Corriente de California en Norteamérica (Bakun y Parrish, 1982).

Cuando se presentan cambios físicos debidos a la estacionalidad, éstos afectan la formación de los HLPs ya que el conjunto de variaciones estacionales, tales como un incremento o decremento de los valores de las variables hidrográficas (temperatura, salinidad), pueden funcionar como un disparador o inhibidor del desove de especies de peces y por tanto generar cambios en la composición y abundancia de las larvas dentro de los HLPs. En este contexto, se ha visto que algunas especies de peces desovan sólo en ciertas estaciones del año como

*Engraulis mordax* y *Sardinops sagax* en invierno (Golfo de California) (Hammann 1998, Sánchez-Velasco *et al.* 2002, 2009) o como *Chloroscombrus chrysurus* que desova durante todo el año en zonas tropicales (sur del Golfo de México) con picos en primavera y verano (Sánchez-Ramírez y Flores-Coto, 1998). Para el caso del Pacífico tropical predominan especies mesopelágicas como *Diogenichthys laternatus* y batipelágicas del género *Vinciguerria* que desovan durante todo el año (Ahlstrom 1971, 1972).

En general, los procesos interanuales de corto periodo se presentan en promedio de 3 a 5 años, son variaciones en el ambiente de origen ecuatorial como El Niño/La Niña, con influencia global y nunca se repiten con la misma intensidad ni con un periodo fijo, generan cambios drásticos en todo el ecosistema pelágico tales como cambios en los patrones de las corrientes, en la profundidad de la termoclina y gradientes hidrográficos (p. ej.: temperatura, oxígeno disuelto) (Philander, 1999; Kessler, 2006) que afectan los ciclos de producción a nivel global (Fiedler, 2002; Pennington *et al.*, 2006). La respuesta biológica a estos cambios drásticos es compleja y se refleja en un aumento o disminución anómalo en la diversidad de especies (Sánchez-Velasco *et al.*, 2002; Aburto-Oropeza *et al.*, 2010; Fernández-Álamo y Farber-Lorda, 2006). Los cambios en la comunidad del zooplancton se hacen más visibles en ciertas regiones, en donde se observa que las especies de hábitat tropical pueden ampliar su espacio de distribución originando la presencia de especies de afinidad tropical fuera de los trópicos; esto se ha visto en el Golfo de California y la costa occidental de la Península de Baja California, en donde especies tropicales procedentes del Pacífico tropical frente a México incursionan hacia el norte (Funés-Rodríguez *et al.*, 1998; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 1995; Palomares-García y Gómez-Gutiérrez 1996; Mullin, 1998; Lavaniegos *et al.*, 2002; Sánchez-Velasco *et al.*, 2002; Ávalos-García *et al.*, 2003; Moser y Smith, 1993).

Los procesos hidrográficos y la circulación en la Transición Tropical-Subtropical del Pacífico frente a México (TTSTPM) han sido caracterizados en los primeros 500 m de la columna de agua por Godínez *et al.* (2010a) y Kurczyn *et al.* (2012). Éstos varían en escalas temporales, cada una de las cuales tiene asociada una escala espacial. Los procesos de mesoescala (20~90 días) son principalmente remolinos generados localmente y procesos de surgencia en las costas, todos estos mecanismos físicos son no-lineales, es decir, no se repiten con la misma intensidad

ni periódicamente, abarcan dimensiones desde 100 km hasta 1000 km; los fenómenos en la escala estacional se repiten año con año con la misma intensidad, son principalmente corrientes oceánicas de gran escala con origen remoto (fuera de la región); finalmente los inter-anales de corto periodo como El Niño/La Niña (entre 2 y 4 años) que llegan a la región de estudio por propagaciones desde la región ecuatorial de escala global (Godínez *et al.*, 2010a).

Como se ha observado en diferentes regiones oceánicas las escalas estacional, de mesoescala e interanual tienen una influencia directa en la formación de los HLPs debido al impacto en el ecosistema pelágico; aunque esto se ha visto de manera aislada sin una atribución simultánea a las tres escalas arriba mencionadas (p. ej. Lett *et al.*, 2007; Aburto-Oropeza *et al.*, 2010; Sassa e Hirota, 2013). A la fecha, en el Pacífico frente a México existen pocos estudios de larvas de peces y éstos mayoritariamente se han enfocado a las costas (Acal-Sánchez 1991, Franco-Gordo *et al.*, 2002, 2008; Silva-Segundo *et al.*, 2008). En el océano abierto existe el trabajo de Vilchis *et al.* (2009), quienes sugieren relaciones entre la distribución de las larvas y la estacionalidad y el de León-Chávez *et al.* (2010) que describen relaciones de la distribución de larvas de peces y procesos estacionales y de mesoescala. Sin embargo, hasta el momento los trabajos realizados en ecología de larvas no hacen una separación de las escalas que influyen simultáneamente sobre los hábitats. Considerando la complejidad de la zona de TTSTPM resulta importante resolver cómo las diferentes escalas temporales tienen influencia sobre los HLPs en la región.

## **ANTECEDENTES**

---

Los procesos hidrográficos y el sistema de circulación superficial en el Pacífico Oriental fueron descritos por primera vez por Wirtky (1965) quien menciona que la corriente costera más importante es la corriente Costera de Costa Rica (CCCR). Wirtky (1965) observó además, al sureste de Cabo Corrientes, la presencia de un flujo suave de octubre a abril con dirección sureste (hacia afuera de la costa) que al confluir con la CCCR se dirigen conjuntamente hacia el oeste. El flujo al sureste de Cabo Corrientes fue considerado por Wirtky (1965) distinto de las variaciones intra-anales de la CCCR, aunque este comportamiento no fue mencionado en

trabajos posteriores (Beier *et al.*, 2003). La modelación oceánica de escala global mostró que el flujo costero hacia el polo en el sudoeste de México esta desconectado, en su parte estacionaria, de la CCCR (Beier *et al.*, 2003). Esto también fue observado por Strub y James (2002) con datos de altimetría. Utilizando observaciones hidrográficas históricas Kessler (2006) mostró que la conexión entre la CCCR y el flujo costero hacia el polo a la altura de Cabo Corrientes no es significativa. La evidencia de esta corriente costera fue observado por primera vez con mediciones directas de velocidades por Lavín *et al.* (2006). Esta corriente hacia el polo del sudoeste de México es un fenómeno físico independiente, que Beier *et al.* (2003) y posteriormente Lavín *et al.* (2006) la denominaron Corriente Costera Mexicana (CCM) (Fig. 1).

Bulgakov y Martínez-Zatarin (2006), mediante pruebas numéricas, encuentran que con respecto a la generación de surgencias en la zona de Cabo Corrientes los vientos más favorables son los del noroeste, seguidos en orden de importancia los del norte, noreste y este. Dichas surgencias se presentan con más intensidad en los meses de primavera. Zamudio *et al.* (2007) utilizando un modelo numérico encuentran que las regiones de Cabo Corrientes y las Islas Marías (Fig. 1) se caracterizan por flujos polares de las corrientes costeras, impulsados por el forzamiento local del viento en las costas, también registran que los remolinos se generan por la interacción entre las corrientes locales y la topografía de la zona. Zamudio *et al.* (2007) mencionan que la formación de remolinos varía inter-anualmente, aumentando durante años El Niño y disminuyendo durante años La Niña.

En Cabo Corrientes Kurczyn *et al.* (2012) señalan una intensa generación de remolinos de mesoescala (ciclónicos y anticiclónicos), en particular, Kurczyn *et al.* (2013) analizan la estructura interior de un remolino ciclónico desde su generación y posterior propagación hacia el océano interior. La generación de los remolinos anticiclónicos ( $3\pm 1$  mes) es anual con un máximo en septiembre que coincide con el máximo en verano de la CCM. Por otro lado, la generación de remolinos ciclónicos ( $4\pm 2$  mes) es semianual, con su máximo en mayo y septiembre, el primer máximo está relacionado con las surgencias de abril. De acuerdo a Pantoja *et al.* (2012) los remolinos de mesoescala pueden formarse a partir de inestabilidades

baroclínicas de las corrientes costeras, Pares-Sierra *et al.* (1993) mencionan que también por el forzamiento del viento local.

Godínez *et al.* (2010a) estudiaron la circulación de la TTSTPM con base en la altimetría satelital y observaciones hidrográficas, realizaron una descomposición de la circulación en escalas temporales y sus correspondientes escalas espaciales. Sus resultados muestran que la escala estacional, mesoescala e interanual se presentan en la TTSTPM con igual peso en la varianza total de la circulación y el nivel del mar. El trabajo de Godínez *et al.* (2010a), Kurczyn *et al.* (2012) y Kurczyn *et al.* (2013) resultan importantes para el desarrollo de este trabajo ya que gran parte de las observaciones hidrográficas que utilizaron provienen de las mismas campañas oceanográficas que se analizan aquí.

Con respecto a las investigaciones en zooplancton, Fernández-Álamo y Färber-Lorda (2006) realizaron una revisión de los patrones espaciales y temporales en la zona del Pacífico Nororiental Tropical y observan que la distribución espacial de la abundancia del zooplancton se encuentra relacionada 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 surgencias oceánicas; estas áreas incluyen los golfos de Tehuantepec, Papagayo y Panamá, el Domo de Costa Rica, la zona oeste de Galápagos y las corrientes del borde oriental. También, estos autores encuentran que los cambios interdecadales en los ecosistemas del Pacífico muestran que durante períodos fríos, los valores de biomasa del zooplancton son superiores. Durante los episodios de El Niño disminuye la biomasa de zooplancton, así como la presencia de organismos en estadio larval, además de que las especies tropicales están presentes normalmente en aguas más templadas.

Las investigaciones de ictioplancton en el Pacífico Oriental comenzaron a finales de los 60's mediante los proyectos EASTROPAC I y II. Como resultado de estos trabajos Ahlstrom (1971, 1972) da un panorama general de la composición, abundancia relativa y distribución de larvas de peces; encuentra que las mayores abundancias están representadas por las familias Myctophidae, Gonostomatidae, Sternoptychidae y Bathylagidae.

Al este del océano Pacífico tropical, Loeb y Nichols (1984) estudiaron la distribución vertical y composición del ictioplancton y zooplancton, determinan 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 las costas del Pacífico frente a México y encuentra dominancia de especies tales como: *Vinciguerria lucetia* de hábitat batipelágico, *Diogenichthys laternatus* de hábitat mesopelágico y *Bregmaceros bathymaster* de hábitat nerítico costero. Posteriormente, González Armas *et al.* (1999) confirman la presencia de larvas de *Tetrapturus audax* (marlín rayado) en las costas de la boca del Golfo de California y registran que la presencia del mayor número de larvas de este pez están relacionadas con temperaturas cálidas (>29°C).

Entre los trabajos enfocados a larvas de peces en zonas puramente costeras del Pacífico central mexicano (Jalisco y Colima) se encuentran los de Franco Gordo *et al.* (2001, 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 la Corriente de California (CC) (enero-mayo), la época de influencia de masas de agua con condiciones tropicales (julio-noviembre) y la época de transición (junio y diciembre). También Franco-Gordo *et al.* (2008) encuentra que cuando ocurre el fenómeno de El Niño 1997-1998, 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.

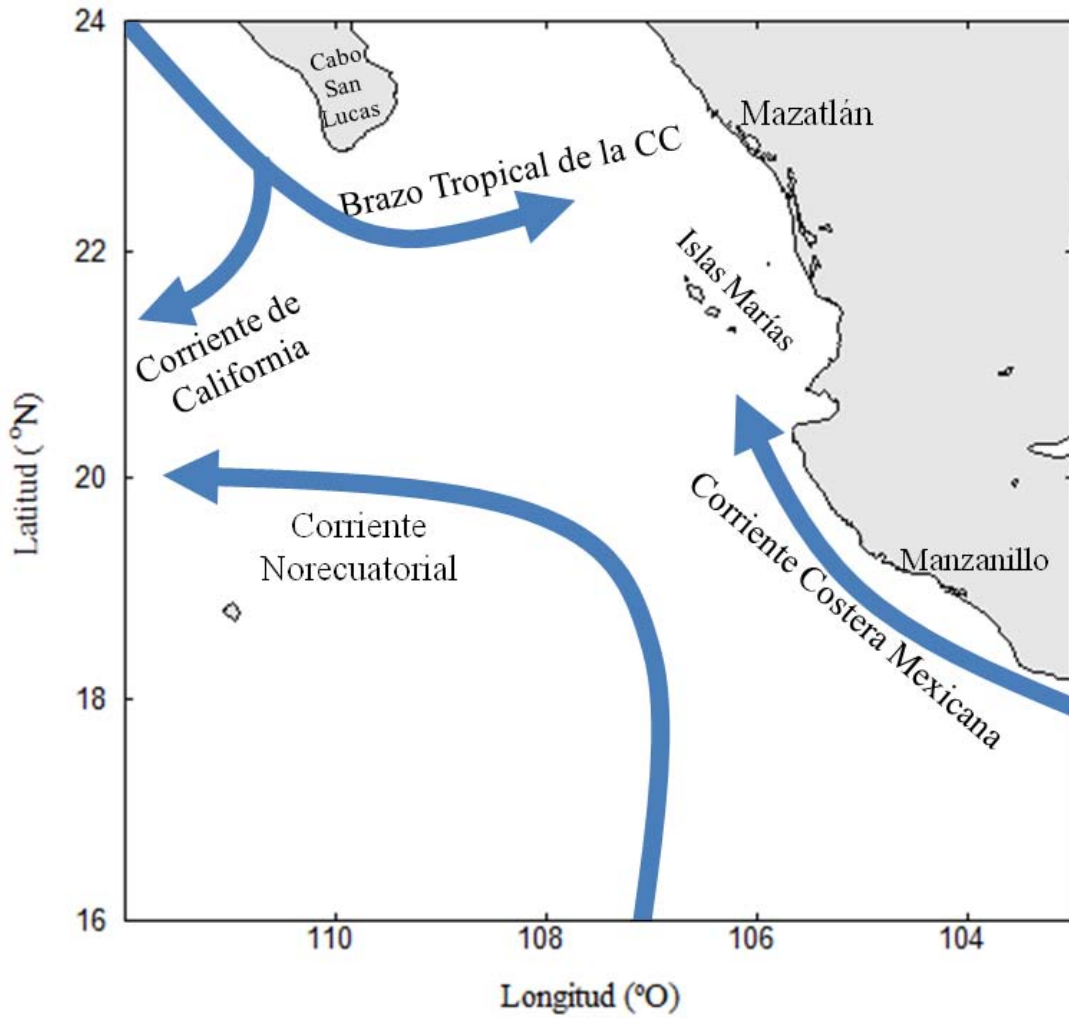
Flores-Vargas *et al.* (2004) estudiaron en la plataforma continental frente a Jalisco y Colima la abundancia y distribución de Pleuronectiformes y encontraron que *Symphurus elongatus* y *Symphurus chabanaudi* presentan sus mayores abundancias en primavera, *Etropus crossotus* de verano a otoño y *Syacium ovale* de otoño a invierno, siendo estas las especies dominantes durante todo el estudio. Silva-Segundo *et al.* (2008) en las costas de Jalisco y Colima encuentra diferencias temporales en la formación de las asociaciones de larvas de peces debido a la variabilidad en el ambiente. Los autores registran que en el periodo templado se presentan especies de afinidad tropical-subtropical, durante el periodo cálido especies exclusivamente tropicales, además encuentran algunas especies de afinidad subtropical de las cuales infieren



que su presencia puede deberse al desprendimiento de un giro de mesoescala desde de la CC. Los trabajos de Franco Gordo (2001, 2002, 2003, 2004, 2008), Flores Vargas *et al.* (2004), Acal Sánchez (1991) y Silva Segundo *et al.* (2008) están enfocados a la región costera de la TTSTPM y por lo tanto no reflejan lo que ocurre en la zona oceánica (objeto de estudio de la presente tesis).

Con una cobertura más amplia en el Pacífico tropical del este Vilchis *et al.* (2009) encuentran un gradiente longitudinal en la estructura de la comunidad y la estabilidad temporal de la composición taxonómica del ictioplancton neustónico entre las regiones oeste, centro y este de la alberca cálida del Pacífico, sugiriendo que estas diferencias se deben al gradiente de productividad producido por la termoclina y la variabilidad ocasionada por fenómenos como El Niño. También encuentra que los organismos presentes en la zona oceánica presentan menor variación con respecto a los de la zona costera.

León-Chávez *et al.* (2010) observa que las asociaciones de larvas de peces en la región de TTSTPM durante dos campañas se relacionan con la dinámica de mesoescala, dada por remolinos ciclónicos y anticiclónicos generados localmente (Kurczyn *et al.*, 2012) y que tienen influencia en la distribución horizontal de las larvas de peces.



**Figura 1.** Mapa que representa la circulación oceánica en la transición tropical subtropical del Pacífico frente a México.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

---

La dinámica oceanográfica es fundamental para estudiar la formación y distribución espacio-temporal de los HLPs. En la TTSTPM los trabajos realizados sobre larvas de peces son costeros y no permiten tener una visión de lo que ocurre en el océano abierto y cómo se dan las interacciones entre el océano y la costa. Una primera aproximación lo constituye el trabajo de León-Chávez *et al.* (2010) donde relacionan la distribución de las larvas de peces con las estructuras de mesoescala y los contrastes principales entre las masas de agua presentes en la zona, en particular durante dos épocas del año. Sin embargo, aun falta estudiar las tendencias de los hábitats de larvas de peces en un marco estacional, de mesoescala e interanual; saber si los cambios del ambiente van a afectar la presencia de dichos hábitats y si estos van a cambiar con el tiempo o permanecer, tanto en su extensión como su composición y su abundancia, ya sea en periodos afectados por años Niño.

## **HIPÓTESIS**

---

Si la presencia de los hábitats de larvas de peces está determinada por las características oceanográficas de un área específica, entonces la formación espacio temporal de los Hábitat de larvas de peces en la Transición tropical subtropical del Pacífico frente a México será el reflejo de los procesos estacionales, de mesoescala e interanual presentes en el momento del desove.

## **OBJETIVO**

---

Definir los hábitats de larvas de peces presentes en la transición tropical subtropical del Pacífico Mexicano e identificar los efectos de la variabilidad ambiental de mesoescala, estacional e interanual de corto periodo en los hábitats y las larvas de peces que los componen.

***Los objetivos específicos de la investigación son:***

1. Identificar los HLPs en seis campañas oceanográficas.
2. Caracterizar el ambiente en las componentes de mesoescala, estacional e inter-anual
3. Detectar posibles efectos de giros, frentes y surgencias sobre los HLPs (mesoescala)
4. Relacionar la ubicación de los HLPs con las masas de agua (escala estacional)
5. Detectar efectos del El Niño (2010) en la composición de especies y ubicación de los HLPs (escala inter-anual).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

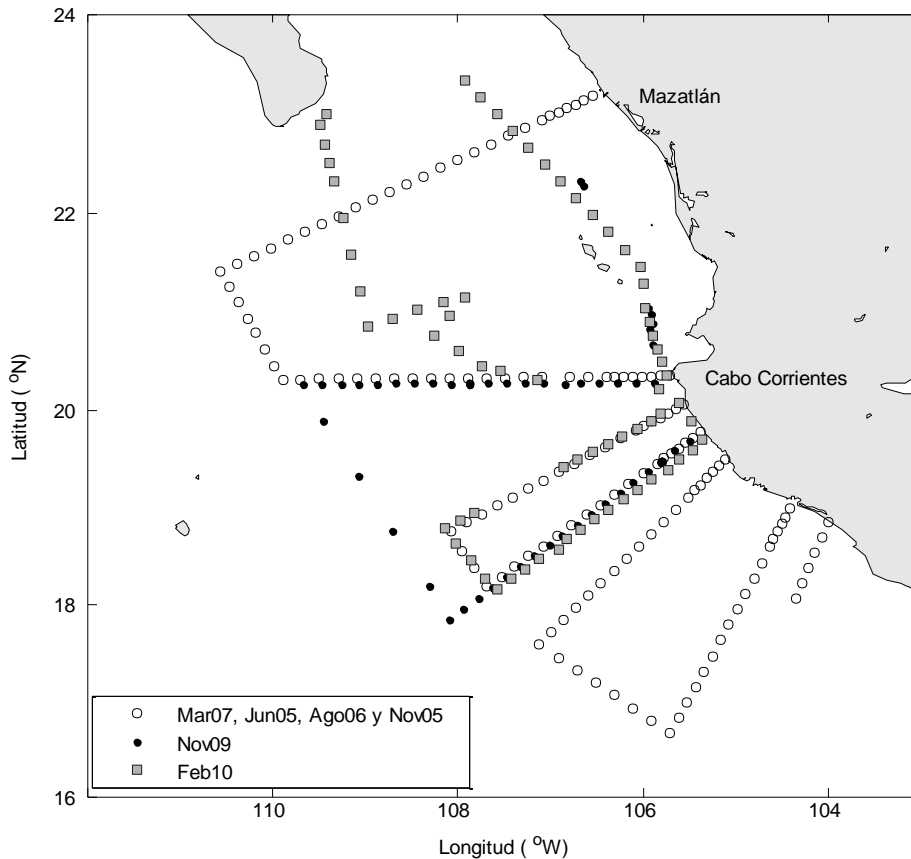
---

### ***Trabajo de campo***

Entre junio de 2005 y febrero de 2010 se realizaron un total de seis campañas oceanográficas en la región de TTSTPM en la zona oceánica desde Mazatlán a Manzanillo. Cinco de los cruceros corresponden al **PR**ograma **OC**eanográfico del **OC**cidente de **MÉX**ico (PROCOMEX) y el sexto crucero corresponde al proyecto "Inventario de larvas de peces en la región sur del Golfo de California y en el Pacífico Tropical Mexicano CONABIO" (Tabla I, Figura 2).

**Tabla I.** Campañas oceanográficas realizadas en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

<b>Campaña</b>	<b>Fecha</b>	<b>Estaciones hidrográficas</b>	<b>Estaciones biológicas</b>	<b>Buque Oceanográfico</b>
<b>PROCOMEX0506</b>	3-19 junio 2005	152	39	Francisco de Ulloa
<b>PROCOMEX0511</b>	5-21 noviembre 2005	159	46	Francisco de Ulloa
<b>PROCOMEX0608</b>	7-22 agosto 2006	141	41	Francisco de Ulloa
<b>PROCOMEX0703</b>	3-23 marzo 2007	159	46	Francisco de Ulloa
<b>PROCOMEX0911</b>	18-30 noviembre 2009	59	22	El Puma
<b>CONABIO1002</b>	14-27 febrero 2010	91	30	Francisco de Ulloa



**Figura 2.** Red de estaciones de muestreo en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

Cada campaña estuvo monitoreada 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, durante y después de realizar las campañas. Durante cada campaña se hicieron aproximadamente 127 estaciones con CTD, de las cuales en promedio 37 por crucero correspondieron a muestreos biológicos. Los perfiles de temperatura y salinidad fueron registrados usando un CTD (SeaBird SBE-911 plus) con sensores primarios y secundarios calibrados por la compañía fabricante. Los datos obtenidos del CTD fueron procesados y promediados cada decibar. La salinidad fue calculada con la escala práctica de salinidad de 1978, mientras que la temperatura potencial  $\theta$  (°C) y la anomalía de densidad  $\gamma \theta$  (kg m<sup>-3</sup>) se

determinaron de acuerdo a UNESCO (1991). La depuración y procesamiento de los datos hidrográficos y la metodología se encuentran en Godínez-Sandoval *et al.* (2005, 2006, 2007a, 2007b, 2010b y 2010c).

La captura de muestras de zooplancton se realizó con una red bongo con diámetro de boca de 60 cm, 3 m de longitud y abertura de malla de 505 y 333  $\mu\text{m}$ , los arrastres fueron doble oblicuos desde los 210 m a la superficie, 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. Durante las campañas realizadas a bordo del B/O Francisco de Ulloa, los lances de redes se realizaron por la popa del barco, mientras que en la campaña realizada a bordo del B/O El Puma, el lance de las redes fue por la banda de estribor del barco. Para todos los 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.

## ***Análisis de parámetros físicos***

### ***Imágenes satelitales***

Se utilizó información de sensores remotos correspondiente a las variables de temperatura superficial del mar, clorofila de la capa superficial (integrada hasta la primera profundidad óptica). Se utilizaron los promedios semanales de imágenes obtenidas del satélite AQUA-MODIS (resolución de 4 x 4 Km) (<ftp://oceans.gsfc.nasa.gov/MODISA>) como soporte para la interpretación de los datos hidrográficos en el periodo comprendida para cada campaña oceanográfica (Tabla I.). Los datos de la anomalía del nivel del mar (ANM) tuvieron 1/3<sup>o</sup> de resolución generadas a través de SSALTO/DUACS (Developing Use of Altimetry for Climate Studies) y distribuidos por AVISO (Archiving Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data) con el apoyo de CNES (<http://www.aviso.oceanobs.com>) de octubre de 1992 a febrero de 2010.

## ***Descomposición de la Anomalía del Nivel del Mar***

La ANM en la TTSTPM fue separada en componentes: la escala estacional; mesoescala; e interanual, similar a la que realizó Godínez *et al.* (2010a). La dinámica de las componentes estacional e interanual fueron reportadas por Godínez *et al.* (2010a) y la dinámica de mesoescala fue estudiada por Kurczyn *et al.* (2012). En este trabajo usamos la misma partición de la varianza de la ANM. La ANM se descompone de la siguiente manera

$$SSHA(\vec{x}, t) = A_a(\vec{x}) \cos(\omega t - \varphi_a(\vec{x})) + A_s(\vec{x}) \cos(2\omega t - \varphi_s(\vec{x})) + F_1(\vec{x}) f_1(t) + \sum_{n=2}^N F_n(\vec{x}) f_n(t) \quad (1)$$

donde  $A_a, A_s$  son las amplitudes anuales y semianuales,  $\varphi_a, \varphi_s$  son las fases anual y semianual,  $\omega, t$ , es la frecuencia anual del radio y el tiempo referido al inicio del año respectivamente.  $F_1(\vec{x}), f_1(t)$  son las series espacial y temporal de la primer función empírica ortogonal (FEO) respectivamente,  $\vec{x}(x, y)$ , and  $F_n, f_n$  son el  $n$ th espacial y la serie de tiempo de FEO respectivamente. Esta descomposición es por construcción, una suma de componentes ortogonales entre si, que se escribe como sigue:

$$SSHA(\vec{x}, t) = SSHA_{sea}(\vec{x}, t) + SSHA_{inter}(\vec{x}, t) + SSHA_{meso}(\vec{x}, t) \quad (2),$$

Los suma de dos primeros términos a la derecha de la Ec. 1, son la componente estacional, denominada  $SSHA_{sea}$  en la Ec.2, el tercer término en la Ec.1 es la variabilidad interanual, denominada  $SSHA_{inter}$  en la Ec.2., y el cuarto término en la Ec. 1 es principalmente la variabilidad de mesoescala, denominada  $SSHA_{meso}$  en la Ec. 2.

Se consideraron las imágenes de los periodos de muestreo y adicionalmente de la ANM de 20 años de observaciones, a este respecto se utilizó el índice interanual MEI (Multivariate Enso Index), que muestra que en junio 2005 (0.4, 0.4, 0.4), noviembre 2005 (-0.1, -0.4,-0.7), agosto del 2006 (0.3, 0.5, 0.6) y marzo 2007 (0.4, 0.1, -0.1) existieron condiciones El Niño y La



Niña poco significativas; en noviembre de 2009 (1.2, 1.5, 1.8) y febrero de 2010 (1.7, 1.5,1.2) se comienzan a elevar los valores estándar de la medición de éste índice considerándose como indicadores de la presencia del fenómeno interanual de El Niño. Aunque estos valores no se comparan, por ejemplo, con los observados en el período 1997-1998 en cuanto a intensidad, se consideran de relevancia para este estudio y como un factor que influirá en los HLPs (Tabla II).

**Tabla II.** Episodios basados en el umbral de +/- 0.5°C para el índice Oceánico del Niño Cálido (+) y frío (-) [3 meses] dirigidos al promedio de la temperatura superficial del mar ampliada y reconstruida versión 3b (ERSST.v3b). Para propósitos históricos los periodos fríos y cálidos (números con signo + y -) fueron definidos cuando el umbral se encuentra en un mínimo de 5 traslapamientos de estaciones. En gris se indican los puntos donde entran los meses que fueron muestreados.

Año	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
2005	+0.7	+0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	-0.1	-0.4	-0.7
2006	-0.7	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.2	0.3	+0.5	+0.6	+0.9	+1.1	+1.1
2007	+0.8	0.4	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-1.0	-1.1	-1.3
2008	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.6
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.1	0.2	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9	+1.2	+1.5	+1.8
2010	+1.7	+1.5	+1.2									

(Tomada de: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml))

### ***Trabajo de laboratorio***

Se estimó la biomasa del zooplancton de las seis campañas de la muestra proveniente de la malla de 505 µm, mediante la técnica de desplazamiento de volumen (Beers, 1976). El volumen obtenido se normalizó a ml/1000 m<sup>3</sup> (Smith, 1971) aplicando la siguiente fórmula:

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

El hacer la estimación de la biomasa del zooplancton para los objetivos de este trabajo, responde a la necesidad de tener un indicador del biológico más de la comunidad del zooplancton. Las larvas de peces de los cruceros fueron removidas de las muestras provenientes de la red bongo (malla 505 µm) y fueron identificadas con apoyo del Atlas CalCOFI No. 33

(Moser, 1996). Para la identificación de la familia Cynoglossidae se consultaron las claves de Evseenko y Shtaut (2000).

### ***Análisis de datos biológicos***

Ya obtenida la matriz de datos de taxón/estación se llevó a cabo su estandarización en relación al número de larvas con respecto a la superficie marina (m<sup>2</sup>) de acuerdo a Smith y Richardson (1979) mediante la siguiente fórmula:

$$N = 10 \frac{(c)(d)}{(a)(b)}$$

*N* número de larvas por la unidad de área del mar (en este caso 10 m<sup>2</sup>);

*a* área de la boca de la Red Bongo en m<sup>2</sup>, igual a 0.2827 cm<sup>2</sup>

*b* se obtiene del flujómetro calibrado;  $b = f r$ , donde *f* es el factor de calibración en metros por revolución (m/rev) para un flujómetro dado, para un número dado de revoluciones por segundo; y *r* es el número de revoluciones del flujómetro durante el arrastre.

*c* número de larvas en la muestra,

*d* profundidad máxima del lance en metros.

El valor “*d*” se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:  $d = W \cos (\tan^{-1} T)$ , donde *W* es la máxima longitud del cable largado en metros; *T* es la tangente promedio del ángulo del cable tomada a intervalos de 30 s (cada 10m) durante la fase de izado del lance;

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tan \varphi$$

y  $\varphi$  es el ángulo del cable largado.

### ***Índice de diversidad***

Se obtuvo la diversidad de cada periodo de muestreo con el índice de Shannon-Wiener (Krebs 1999) abreviado como "H'". Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

donde:

$H'$  = Información contenida en la muestra (bits/individuo)= Índice de diversidad de especies

S=Número de especies

$p_i$ = proporción de la muestra perteneciente a la  $i$ -ésima especie

Para obtener grupos de estaciones, es decir, los hábitat de larvas de peces, cada matriz estandarizada fue transformada aplicando la raíz cuarta ya que así se reduce el peso de especies muy abundantes. A ésta matriz transformada se le 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 ( $\delta$ ) 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 ( $\delta$  siempre debe ser positivo).

La formulación del Índice disimilitud de Bray Curtis es:

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

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

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

$\delta_{jk}$  = la disimilaridad entre las muestras  $j$  y  $k$  sumadas sobre todas las especies. Los intervalos de  $\delta_{jk}$  son de 0 (número idéntico de 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, 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 obtuvieron dendrogramas mediante el método de unión flexible ( $\beta$ -25). Estos dendrogramas, son diagramas en forma de árbol hechos con los resultados del análisis de agrupamiento que indican cómo se relacionan dichas variables. Los análisis se hicieron con el programa ANACOM versión 3.0 (De la Cruz Agüero, 1994). Se utilizó el análisis de similitudes (ANOSIM) como análisis discriminante para determinar si había diferencias significativas entre cada HLPs obtenido a partir de Bray Curtis y el dendrograma, esto se hizo con el programa PRIMER (Clarke y Warwick, 2001).

La ubicación jerárquica de las especies dentro de cada asociación se determinó utilizando la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969) extrapolada a comunidades biológicas (García de León, 1988; González Acosta, 1998). La prueba de Olmstead-Tukey da una jerarquía de acuerdo a las abundancias relativas promedio de cada taxón con respecto a sus frecuencias relativas promedio, quedando esta jerarquización en taxones: *dominantes*, *ocasionales*, *constantes* y *raros*.

Los taxones *dominantes* son los que tienen valores relativos de frecuencia y abundancia mayores a la media aritmética; los *ocasionales* son taxones con abundancia relativa mayor a su valor promedio, pero con valores de aparición inferiores al promedio de la frecuencia relativa; los taxones *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 taxones *raros* se caracterizan por sus bajas abundancias y frecuencias relativas de aparición bajas, ambos valores están por debajo de sus respectivas medias aritméticas. Para las especies de cada hábitat resultante se determinó el porcentaje de contribución usando el porcentaje de similitud (SIMPER) con el programa PRIMER (Clarke y Warwick, 2001). La aplicación del SIMPER permitió identificar las especies más importantes en la creación del patrón observado de similitud y está representado por un valor de porcentaje. Estas especies fueron seleccionadas considerando como tales a aquellas que presentan un 99% de la similitud observada en todo el estudio para cada hábitat (Clarke y Warwick, 2001). Se elaboraron tablas de cada uno de los HLPs en las cuales están contenidos los datos relevantes relacionados con el Olmstead-Tuckey y el SIMPER, además se menciona el ambiente y afinidad climática de las especies de peces en su etapa adulta, dicha información se obtuvo de la base de datos de Fishbase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) el cual es un sistema de información global que contiene prácticamente todas las especies de peces conocidas, fue desarrollada por el Centro Mundial de Pesca en colaboración con la FAO y el apoyo de la Comisión Europea además de instituciones de prestigio internacional.

### ***Relaciones entre el ambiente y las larvas de peces***

#### ***Análisis Canónico de Correspondencias***

Para poder conocer la relación entre las 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 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).

Los valores de las variables ambientales consideradas en este análisis fueron tomados de cada uno de los HLPs previamente definidos por el Índice de Bray-Curtis, dichas variables correspondieron a la biomasa del zooplancton y la profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ Kg m}^{-3}$ , también el promedio a partir de la superficie y hasta la profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$  de la temperatura, fluorescencia de la clorofila-a (*FCI a* en unidades relativas o u.r.), salinidad, y oxígeno disuelto, se consideró dicha profundidad ya que Kessler (2006) en su revisión de la circulación del Pacífico Oriental plantea que es la que mejor representa para la región los movimientos estacionales de las isopicnas. El análisis fue realizado con el programa PC-ORD versión 4.0 (McCune y Mefford, 1999).

## RESULTADOS

---

### *JUNIO 2005*

#### *Composición general*

En junio de 2005 se identificaron un total de 7,025 larvas pertenecientes a 47 familias, 67 géneros, 65 especies y 21 morfotipos, incluidos en un total de 93 taxones. La diversidad en esta época fue de 1.81 bits. Las familias con más taxones representados fueron Myctophidae (10 taxones), Carangidae (seis taxones) y Paralichthyidae (cinco taxones). Las especies que presentaron las mayores abundancias relativas fueron *Vinciguerria lucetia* (40%), *Bregmaceros bathymaster* (32%) y *Diogenychthys laternatus* (11%), contribuyendo estas tres especies con el 83 % de la abundancia total.

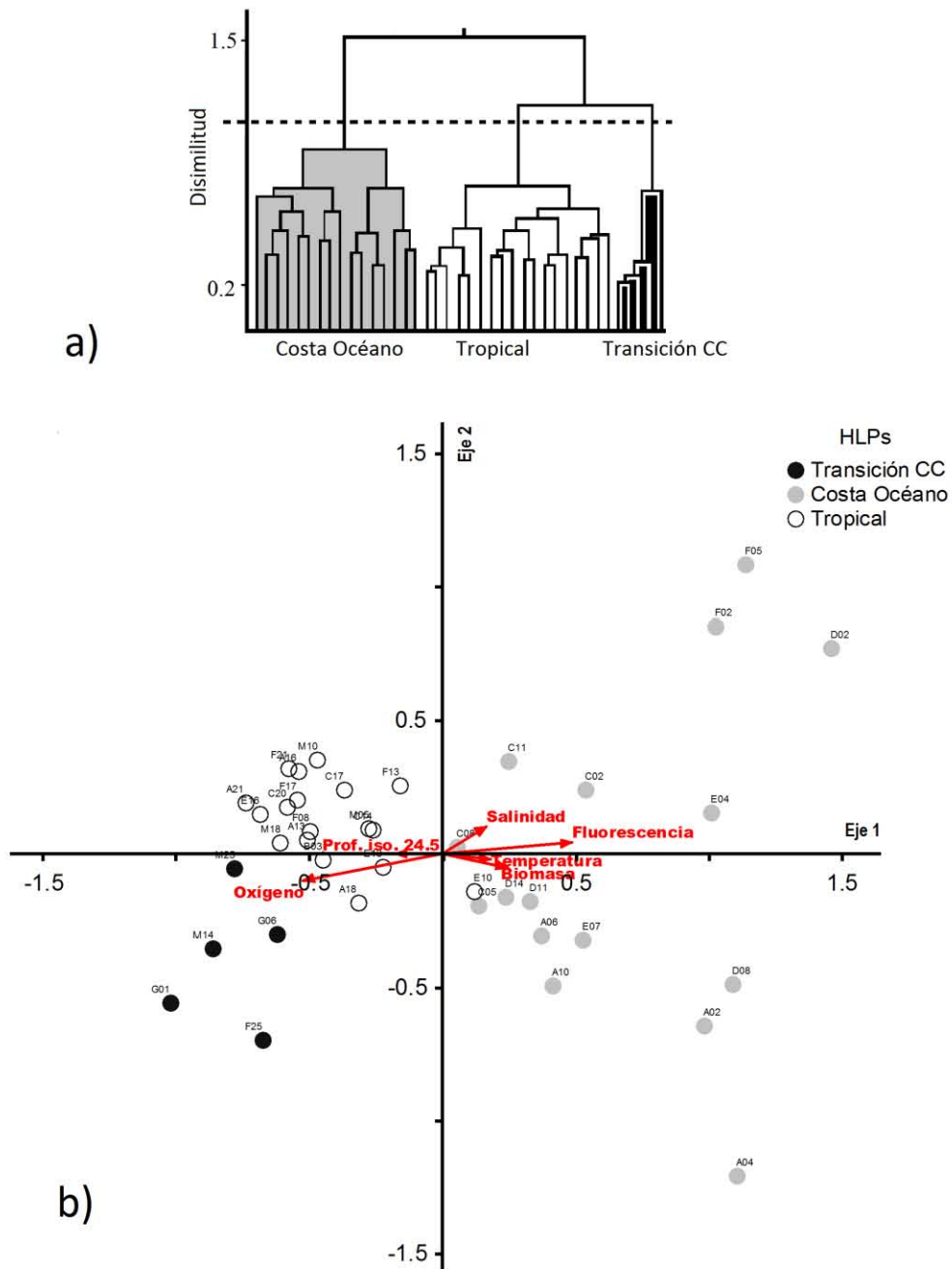
### ***Hábitats de larvas de peces***

El índice de disimilitud de Bray-Curtis con un corte en el nivel 0.8 definió tres grupos de estaciones o hábitats de larvas (Fig. 3a) que de acuerdo a su ubicación geográfica y su aparente relación con las masas de agua fueron denominados como: Costa-Océano (*CO*) Tropical (*Tr*) y Transición Corriente de California (*TscCC*) (Fig. 3a). Estos hábitats fueron significativamente diferentes entre sí (ANOSIM:  $R=0.67$ ), los gradientes de las variables ambientales a los cuales respondieron cada HLPs se pueden observar en el ACC (Fig. 3b). En los coeficientes canónicos del ACC, el oxígeno fue el mejor correlacionado con el eje uno (-0.82) y la salinidad en el eje dos (0.26) con una varianza explicada en ambos ejes de  $R^2= 0.53$ .

El hábitat *CO* localizado en la región sureste del área de estudio frente a Cabo Corrientes (Fig. 4) tuvo una correlación positiva con la salinidad, fluorescencia, biomasa y temperatura, y negativa en el ACC con la profundidad de la isopícnica de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$  y el oxígeno. Este hábitat se integró por 51 taxones, 16 estaciones. (Tabla III). Las especies dominantes fueron: *B. bathymaster*, *V. lucetia*, y *Auxis* sp. (Tipo I) (Tabla III), con un porcentaje de acuerdo al SIMPER del 41% por parte de *B. bathymaster*.

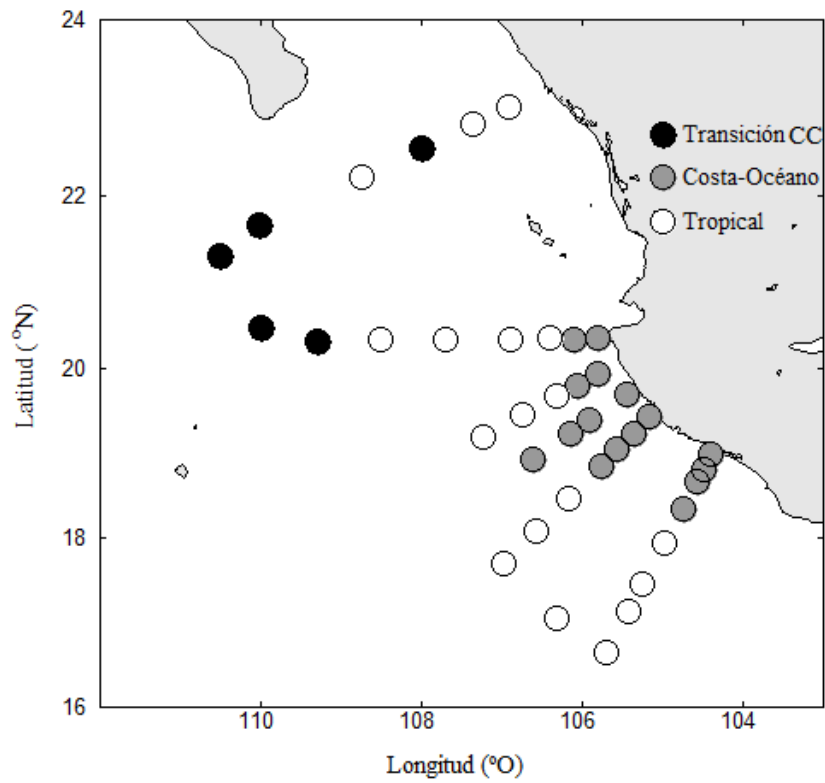
El hábitat denominado *Tr* en el ACC se correlacionó positivamente con la isopícnica de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$  que se ubicó en la zona intermedia entre la costa y el océano abierto (Fig. 4). Estuvo constituido por 18 estaciones de muestreo y 47 taxones (Fig. 6a, Tabla IV). Las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *Symphurus callopterus*, *S. chabanaudi*, *Myctophum aurolaternatum*, *Oxyporhamphus micropterus*. Las especies que por su presencia y abundancia contribuyeron a la formación del hábitat fueron *V. lucetia* con un 38% y *D. laternatus* con 24%.

El hábitat *TscCC* en el ACC tuvo una correlación positiva con el oxígeno y negativa con la fluorescencia, biomasa, temperatura y salinidad. Éste se distribuyó en la zona oceánica noroeste del área de estudio (Fig. 4) y estuvo conformado por 12 taxones en cinco estaciones de muestreo (Tabla V). Las especies dominantes fueron *V. lucetia* y *D. laternatus*, con el SIMPER se obtuvo un porcentaje de 69% y 14% respectivamente.



**Figura 3.** a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis y b) diagrama del ACC aplicado a las matrices de densidad de larvas de las especies con las variables ambientales de junio de 2005 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.





**Figura 4.** Distribución de los hábitats de larvas de peces en junio 2005 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

**Tabla III.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Costa-Océano (junio 2005) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidmersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE	AFINIDAD CLIMATICA
						DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	100	65.72	885.42	41		nc	str
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	15.30	206.12	27	DOMINANTES	bp	ap
<i>Auxis</i> sp. (Tipo I)	81	7.67	103.32	13		nd	nd
<i>Syacium ovale</i>	69	1.00	13.47	4		d	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	44	0.96	12.87	2		mp	str
<i>Psenes sio</i>	44	0.63	8.51	2		bnp	tr
<i>Dormitator latifrons</i>	44	0.55	7.39	1		d	str
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	38	0.45	6.00			bp	tr
<i>Synodus</i> Tipo I	38	0.31	4.15		CONSTANTES	nd	nd
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	38	0.28	3.80			aa	tr
ELEOTRIDAE Tipo I	38	0.19	2.49			nd	nd
HAEMULIDAE Tipo I	31	0.53	7.10			nd	nd
<i>Bothus leopardinus</i>	31	0.30	4.05			d	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	31	0.27	3.59			bp	ap
<i>Apogon atricaudus</i>	25	0.36	4.89			aa	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	25	0.33	4.50			bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	25	0.25	3.38			nd	str
<i>Halichoeres dispilus</i>	25	0.21	2.80			aa	tr
<i>Symphurus callopterus</i>	25	0.16	2.16			d	tr
<i>Stegastes rectifraenum</i>	25	0.16	2.09			aa	str
GOBIIDAE Tipo III	25	0.15	2.01			nd	nd
<i>Anchoa</i> sp. (Tipo II)	19	0.73	9.82			nd	nd
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	19	0.42	5.63			d	tr
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	19	0.20	2.70			aa	tr
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	19	0.17	2.27			nd	tr
<i>Symphurus chabanaudi</i>	19	0.59	7.95			d	tr
<i>Ammodytoides gilli</i>	13	0.08	1.02			d	tr
<i>Benthoema panamense</i>	13	0.33	4.46			mp	tr
BYTHITIDAE Tipo I	13	0.09	1.20			nd	nd
<i>Caranx sexfasciatus</i>	13	0.18	2.42			aa	tr
<i>Citharichthys platophrys</i>	13	0.12	1.64			d	tr
<i>Coryphaena hippurus</i>	13	0.19	2.53			p	str
ELEOTRIDAE Tipo II	13	0.04	0.56			nd	nd
<i>Eucinostomus gracilis</i>	13	0.11	1.54			d	str
GOBIIDAE Tipo II	13	0.06	0.80		RARAS	nd	nd
<i>Hirundichthys</i> sp.	13	0.06	0.74			nd	nd
<i>Monolene asaetae</i>	13	0.09	1.19			d	tr
<i>Naucrates ductor</i>	13	0.04	0.60			aa	str
<i>Pontinus</i> sp.	13	0.05	0.63			nd	nd
<i>Roncador stearnsii</i>	13	0.24	3.23			d	str
<i>Serranus</i> sp.	13	0.07	0.93			nd	nd
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	13	0.11	1.45			d	tr
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	6	0.03	0.38			bp	ap
CONGRIDAE Tipo VIII	6	0.03	0.38			nd	nd
<i>Erotelis armiger</i>	6	0.01	0.19			d	tr
<i>Heteroconger digueti</i>	6	0.03	0.42			bd	ap
<i>Melamphaes</i> sp.	6	0.04	0.61			nd	nd
<i>Oneirodes</i> spp.	6	0.03	0.43			nd	nd
<i>Ophichthus zophochir</i>	6	0.03	0.38			d	str
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	6	0.04	0.61			bp	ap
<i>Symphurus williamsi</i>	6	0.03	0.43			d	tr
No. Taxones	51					d 29 %	tr 39 %
No. Estaciones	16					bp 12 %	str 18 %
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	26						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	1347						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	402						

**Tabla IV.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Tropical (junio 2005) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE	AFINIDAD CLIMATICA
						DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100.00	51.02	595.63	38		bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	100.00	22.20	259.23	24		mp	str
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	55.56	9.25	107.96	3	DOMINANTES	nc	str
<i>Diaphus pacificus</i>	94.44	2.71	31.61	8		bp	ap
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	88.89	1.78	20.79	6		bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	88.89	1.21	14.11	5		nd	str
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	66.67	1.25	14.65	3		bp	tr
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	61.11	1.21	14.13	3		bp	ap
<i>Auxis</i> sp. (Tipo I)	50	1.65	19.24	1		nd	nd
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	50.00	0.51	5.90			bp	ap
<i>Hygophum atratum</i>	44.44	0.90	10.49		CONSTANTES	bp	ap
<i>Syacium ovale</i>	44.44	0.71	8.26			d	tr
<i>Psenes sio</i>	44.44	0.61	7.06			bnp	tr
<i>Symphurus chabanaudi</i>	38.89	0.72	8.38			d	tr
<i>Oxyrorhamphus micropterus</i>	38.89	0.42	4.88			nd	tr
<i>Bathylagooides nigrigenys</i>	38.89	0.31	3.63			bp	ap
<i>Bregmaceros</i> sp.	38.89	0.29	3.35			pc	tr-str
<i>Bothus leopardinus</i>	22.22	0.13	1.51			d	tr
<i>Diplophos proximus</i>	22.22	0.20	2.34			bp	ap
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	22.22	0.15	1.75			bp	ap
<i>Synodus</i> Tipo I	22.22	0.32	3.70			nd	nd
<i>Citharichthys platophrys</i>	16.67	0.18	2.12			d	tr
<i>Coryphaena hippurus</i>	16.67	0.09	1.01			p	str
<i>Scorpaenodes xyris</i>	16.67	0.15	1.76			aa	str
<i>Bathophilus filifer</i>	11.11	0.16	1.86			bp	ap
<i>Benthoosema panamense</i>	11.11	0.18	2.07			mp	tr
<i>Chiasmodon</i> Tipo II	11.11	0.06	0.73			nd	nd
<i>Citharichthys gordae</i>	11.11	0.07	0.78			d	tr
<i>Hirundichthys</i> spp.	11.11	0.11	1.27			nd	nd
<i>Melamphaes</i> sp.	11.11	0.06	0.66			nd	nd
<i>Laemonema verecundum</i>	11.11	0.07	0.85			bp	ap
<i>Oneirodes</i> spp.	11.11	0.06	0.75		RARAS	nd	nd
<i>Symphurus williamsi</i>	11.11	0.08	0.91			d	tr
<i>Apogon atricaudus</i>	6	0.03	0.34			aa	tr
<i>Caranx sexfasciatus</i>	5.56	0.56	6.50			aa	tr
CONGRIDAE Tipo VIII	5.56	0.03	0.37			nd	nd
<i>Dormitator latifrons</i>	5.56	0.04	0.44			d	str
ELEOTRIDAE Tipo I	5.56	0.03	0.38			nd	nd
<i>Erotelis armiger</i>	5.56	0.06	0.74			d	tr-str
GOBIIDAE Tipo III	5.56	0.14	1.66			nd	nd
HAEMULIDAE	5.56	0.07	0.81			nd	nd
<i>Halichoeres dispilus</i>	5.56	0.03	0.34			aa	tr
<i>Heteroconger digueti</i>	5.56	0.04	0.42			bd	ap
<i>Ophichthus zophochir</i>	5.56	0.07	0.82			d	str
<i>Pontinus</i> sp.	5.56	0.04	0.44			nd	nd
<i>Symphurus callopterus</i>	5.56	0.04	0.44			d	tr
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	5.56	0.03	0.37			d	tr
No. Taxones	47					bp 26 %	tr 36 %
No. Estaciones	18					d 23 %	ap 26 %
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	25						str 9%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	1167						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	308						

**Tabla V.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Transición Corriente de California (junio 2005) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE		AFINIDAD CLIMATICA	
						DEL ADULTO	DEL ADULTO	DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	85.28	1180	69			bp		ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	80	8.97	124.20	14	DOMINANTES		mp		str
<i>Hygophum atratum</i>	80	1.66	23.01	8			bp		ap
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	80	2.64	36.54		CONSTANTES		mp		tr
<i>Alectis ciliaris</i>	60	0.60	8.26				bp		ap
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	20	0.24	3.28				bp		ap
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	20	0.09	1.27				nc		str
<i>Caranx sexfasciatus</i>	20	0.09	1.27				aa		tr
<i>Citharichthys gordae</i>	20	0.09	1.27		RARAS		d		tr
<i>Diaphus pacificus</i>	20	0.13	1.82				bp		ap
ELEOTRIDAE Tipo I	20	0.12	1.64				nd		nd
<i>Hirundichthys spp.</i>	20	0.08	1.16				nd		nd
No. Taxones	12						bp 42%		ap 42%
No. Estaciones	5						mp 17%		str 17%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	115								
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	1384								
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	431								

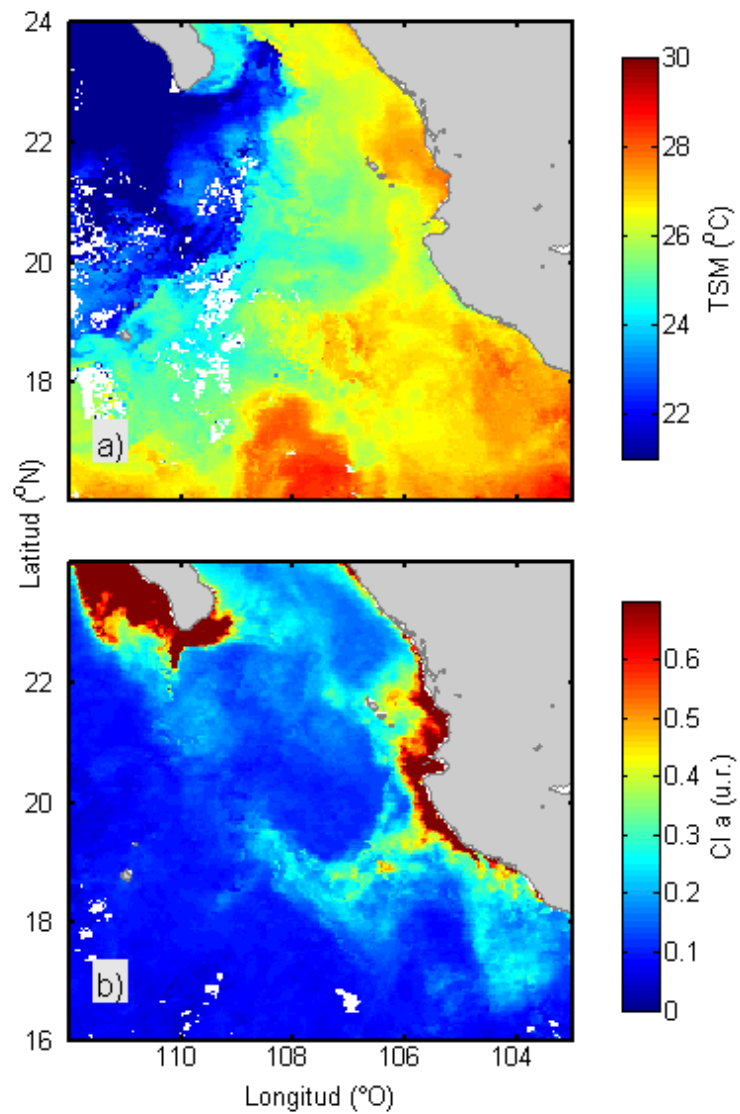
### ***Hábitats de larvas de peces y variables ambientales***

En el HLPs *CO* se encuentran los mayores valores de pigmentos de clorofila (Fig. 5) y fluorescencia (0.40 u.r.). Este grupo se muestra asociado a procesos de circulación ciclónica costera con elevado número de taxones (Fig. 6a) y elevada biomasa del zooplancton, así como bajo oxígeno (Fig. 6b), en la columna de agua se relaciona con condiciones de alta salinidad (Fig. 7) comparado con los otros HLPs.

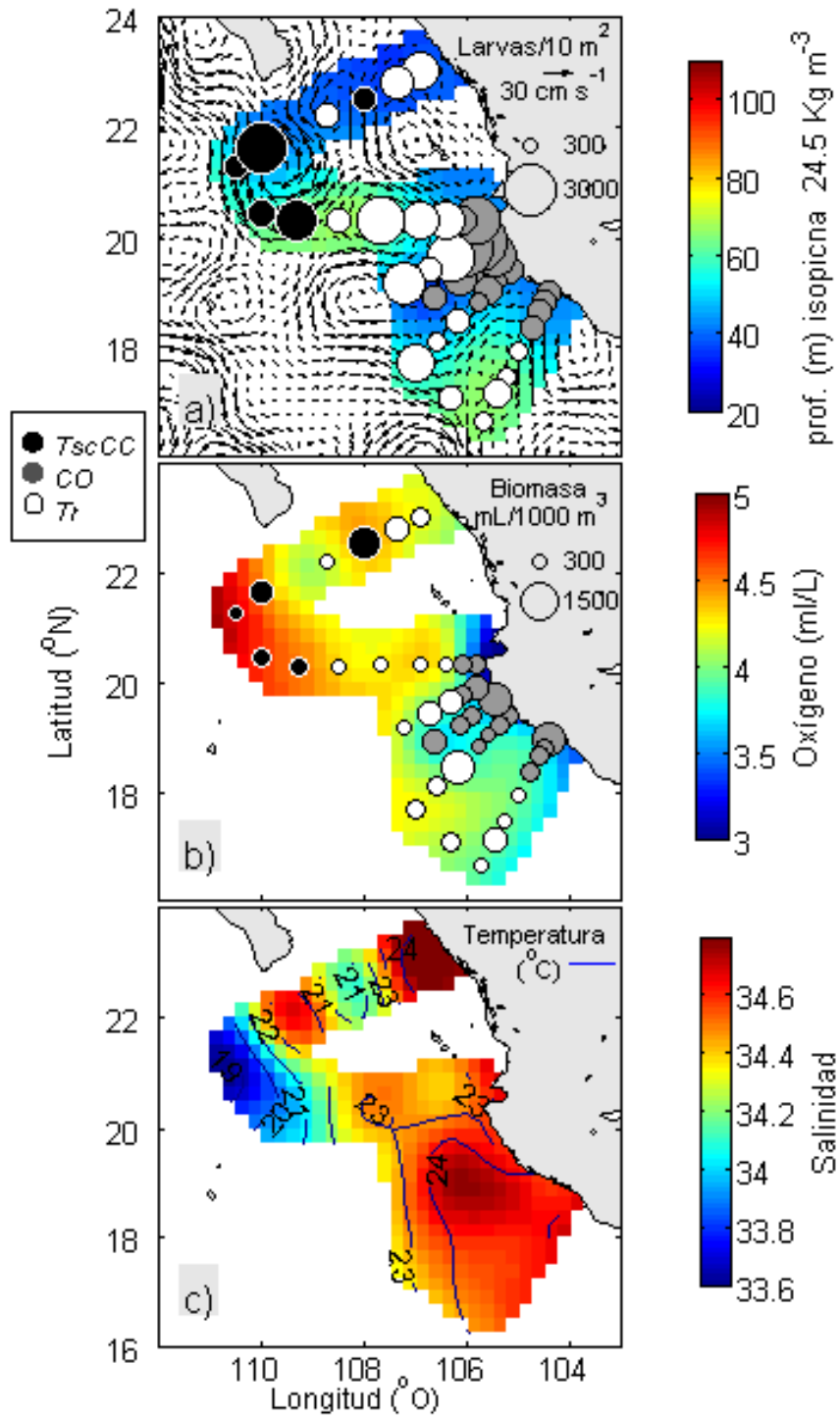
En la imagen de satélite se puede observar que el HLPs *Tr* se distribuye en la región con condiciones de temperatura de intermedias a altas y bajas de pigmentos de clorofila (Fig. 5), tuvo relación con los márgenes de circulación anticiclónica (Fig. 6a), así como bajos valores de oxígeno disuelto y valores de intermedio a bajos de biomasa del zooplancton (Fig. 6b), se asocia con agua tropical superficial (Fig. 7).

El HLPs *TscCC* se localizó en la zona con menores valores de temperatura y pigmentos de clorofila (Fig. 5). Las corrientes geostróficas muestran que este grupo se asocia a la periferia de un giro ciclónico y presenta bajas abundancias de larvas (Fig. 6a), también tuvo los menores valores de biomasa del zooplancton y altas concentraciones de oxígeno disuelto (Fig. 6b), se

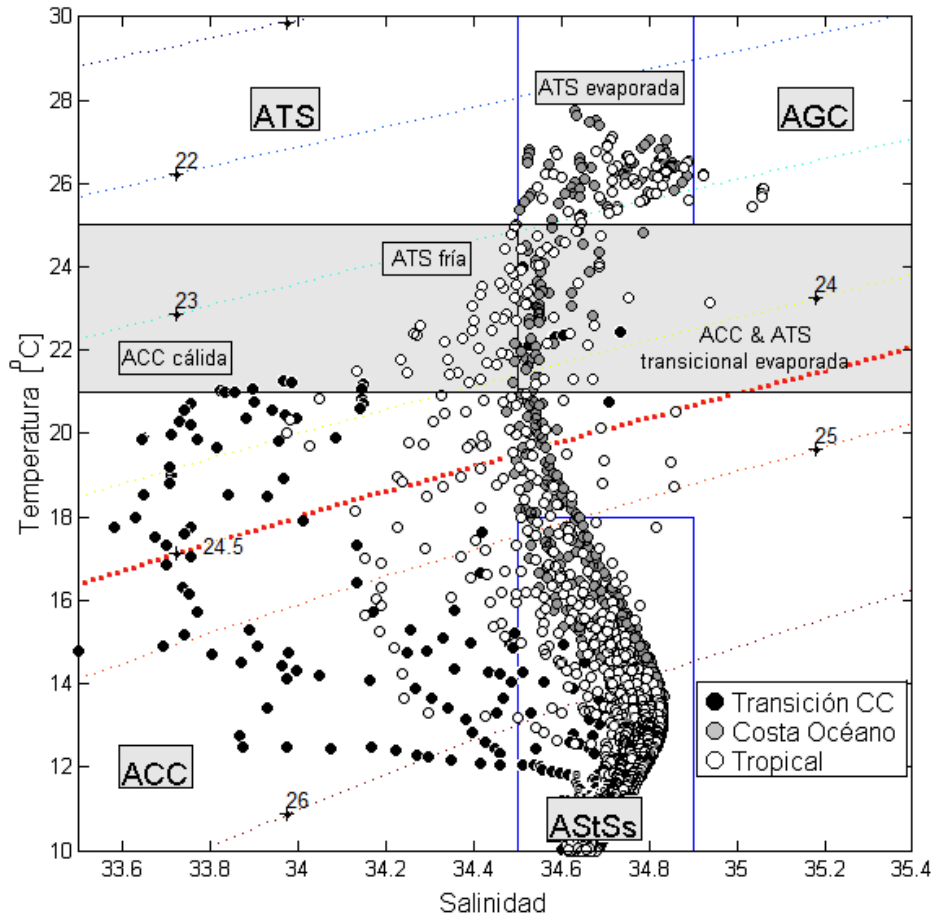
localizó en intervalos de baja temperatura y salinidad (Fig. 6c) correspondientes a agua de la Corriente de California (Fig. 7).



**Figura 5.** Imágenes de satélite AQUA-MODIS (resolución de 4 km x 4 km) a) de a) temperatura superficial del mar y b) pigmentos de clorofila *a* durante junio de 2005 en en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



**Figura 6.** Distribución de los parámetros ambientales y hábitats de larvas de peces a) anomalía del nivel del mar (AVISO-satélite) y profundidad de la isopicna de 24.5 kg m<sup>-3</sup>, c) oxígeno disuelto y biomasa del zooplancton, correspondientes a junio de 2005 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano. Hábitat Transición corriente de California (*TscCC*), Costa-Océano (*CO*) y Tropical (*Tr*).



**Figura 7.** Diagrama ( $\theta$ , S) correspondiente a los datos de junio de 2005. Agua tropical superficial (ATS), agua del Golfo de California (AGC), agua de la Corriente de California (ACC), agua subtropical subsuperficial (AStSs).

## **NOVIEMBRE 2005**

### **Composición general**

En noviembre del 2005 se identificaron un total, de 7,095 larvas pertenecientes a 59 familias, 88 géneros, 94 especies y 24 morfotipos incluidos en un total de 129 taxones y una diversidad de 2.5 bits. 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 fueron *V. lucetia* (46%), *B. bathymaster* (12%), *D. laternatus* (9%), *Diaphus pacificus* (4%), *Benthoosema panamense* (3%), *Auxis* Tipo I (3%), *Auxis* Tipo II (2%) y *Cubiceps pauciradiatus* (2%), las abundancias de estas ocho especies representaron un porcentaje total del 80%.

### ***Hábitats de larvas de peces***

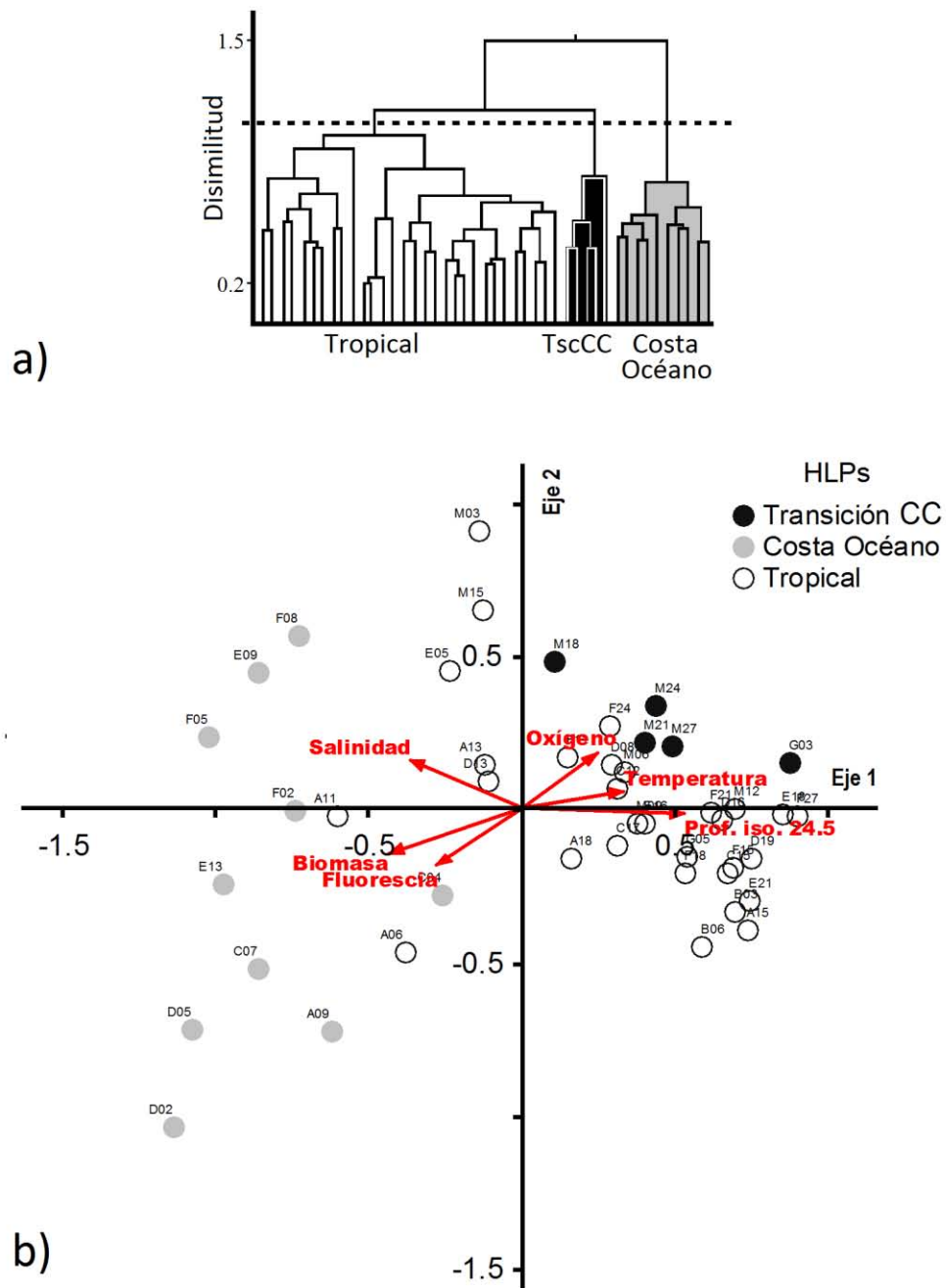
El índice de disimilitud de Bray-Curtis con un corte en el nivel 1 definió tres hábitat, el *CO*, *Tr* y *TscCC* (Fig. 8a). Estos hábitats fueron significativamente diferentes entre sí (ANOSIM:  $R=0.61$ ) y respondieron a los gradientes ambientales ilustrados en el ACC (Fig. 8b). En los coeficientes canónicos del ACC el oxígeno fue el mejor correlacionado con el eje uno y con la profundidad de la isopicna de 24.5 (0.88), el eje 2 con la *FCl a* (-0.47) con una  $R^2= 0.32$ .

El HLPs *CO* se correlacionó positivamente con la biomasa, salinidad y *FCl a* y negativamente con el oxígeno disuelto y la profundidad de la isopicna de 24.5  $\text{kg m}^{-3}$ , se ubicó en la región sureste frente a Cabo Corrientes (Fig. 9) y estuvo conformado con 59 taxones, 10 estaciones (Tabla VI). Las especies dominantes fueron: *B. bathymaster*, *Dormitator latifrons*, *Bathylagoides nigrigenys*, *Psenes sio*, *V. lucetia*, *D. laternatus*, *Citharichthys platophrys*, *Benthoosema panamense* y *Diaphus pacificus*. De estas especies dominantes sobresalió *B. bathymaster* con el 31.6% de contribución del SIMPER.

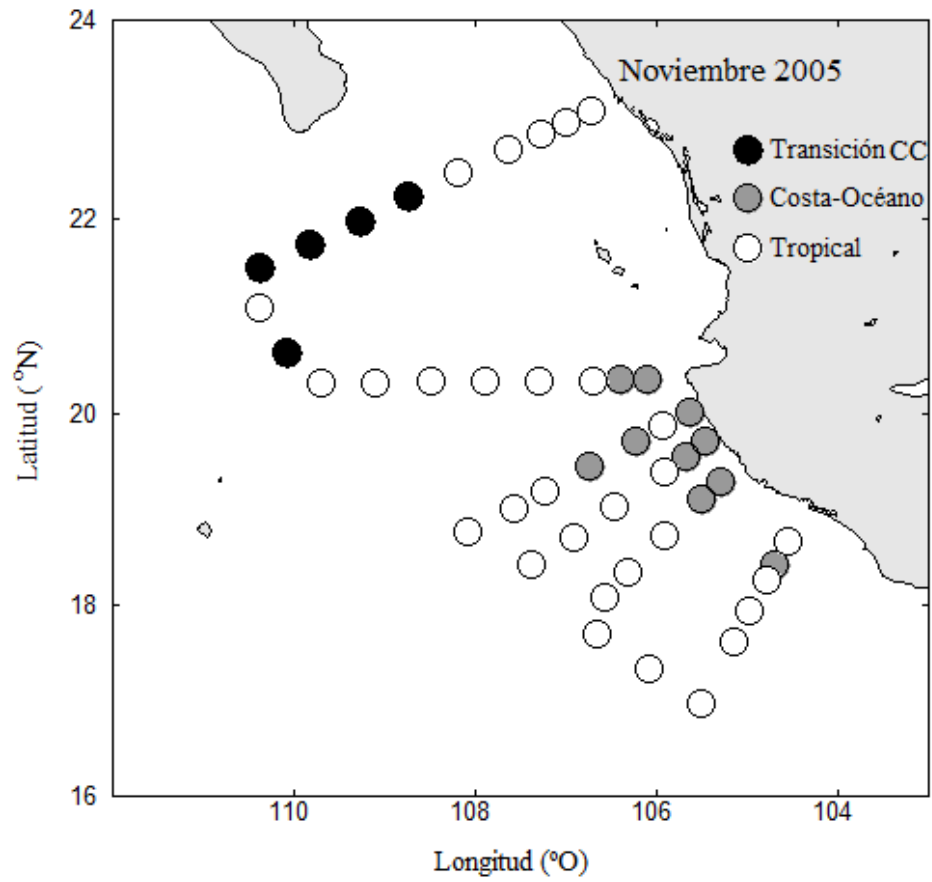
El HLPs *Tr* se correlacionó positivamente con la temperatura y negativamente con la salinidad, estuvo constituido por 30 estaciones de muestreo y 67 taxones, las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *D. pacificus*, *Auxis* Tipo I, *Cubiceps pauciradiatus*, *Hygophum atratum*, *B. bathymaster* y *Diplophos proximus*, este HLPs se localizó en la zona centro-sur del área de estudio, en la zona oceánica (Tabla VII). Destaca *V. lucetia* con un porcentaje en el SIMPER del 36% y *D. laternatus* con el 13%.

El HLPs *TscCC* se correlacionó positivamente con el oxígeno y negativamente con la biomasa y la *FCl a* (Tabla VIII) conformado por 15 taxones, cinco estaciones y con especies mayormente de hábitat batipelágico (60%) y afinidad tropical (80%). Las especies dominantes fueron *V. lucetia* y *D. laternatus*, estas especies tuvieron elevados valores en el SIMPER con 73% y 9% respectivamente.





**Figura 8.** a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis y b) diagrama del ACC aplicado a las matrices de densidad de larvas de las especies con las variables ambientales de noviembre de 2005 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



**Figura 9.** Distribución de los hábitats de larvas de peces en noviembre de 2005 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

**Tabla VI.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Costa-Océano (noviembre 2005) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN. PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE DEL ADULTO	AFINIDAD CLIMATICA DEL ADULTO
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	100	44.59	431.93	32		nc	str
<i>Dormitator latifrons</i>	100	2.26	21.87	9		d	str
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	100	2.24	21.71	9		bp	ap
<i>Psenes sio</i>	100	1.81	17.49	1		bnp	tr
<i>Vinciguerria lucetia</i>	90	11.16	108.12	12	DOMINANTES	bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	90	9.28	89.93	13		mp	str
<i>Citharichthys platophrys</i>	70	1.93	18.72	4		d	tr
<i>Bentosema panamense</i>	40	7.78	75.39	1		mp	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	40	2.91	28.23			bp	ap
GOBIIDAE Tipo I	90	1.47	14.25	5		nd	nd
<i>Citharichthys</i> Tipo I	60	1.42	13.79	2		nd	nd
<i>Bathycongrus macrurus</i>	50	0.51	4.90			bd	ap
<i>Synodus lucioceps</i>	50	0.42	4.06	1		aa	str
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	40	0.52	5.00	1	CONSTANTES	d	tr
<i>Hygophum atratum</i>	40	0.50	4.80			bp	ap
<i>Myrophis vafer</i>	40	0.44	4.25			d	str
<i>Symphurus</i> Tipo II	40	0.44	4.25			nd	nd
<i>Ophidion</i> sp.	40	0.30	2.87			nd	nd
<i>Auxis</i> Tipo I	20	2.31	22.41		OCASIONAL	nd	nd
<i>Symphurus chabanaudi</i>	30	0.87	8.48			d	tr
<i>Symphurus elongatus</i>	30	0.62	5.99			d	tr
<i>Syacium ovale</i>	30	0.44	4.21			d	tr
<i>Cherublemma emmelas</i>	30	0.43	4.14			bd	ap
<i>Symphurus williamsi</i>	30	0.32	3.14			d	tr
BOTHIDAE Tipo I	30	0.23	2.27			nd	nd
<i>Lepophidium negropinna</i>	30	0.21	2.04			d	tr
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	30	0.18	1.72			aa	tr
<i>Mugil</i> sp.	30	0.17	1.64			nd	nd
<i>Myripristis leiognathos</i>	30	0.17	1.64			aa	tr
<i>Scopelogadus mizolepis</i>	30	0.17	1.61			bp	ap
<i>Pontinus</i> sp.	20	0.31	2.98			nd	nd
CARANGIDAE Tipo I	20	0.21	2.07			nd	nd
<i>Ophistonema libertate</i>	20	0.21	2.06			p	tr
CONGRIDAE Tipo II	20	0.18	1.71			nd	nd
<i>Symphurus prolatinaris</i>	20	0.16	1.57			d	tr
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	20	0.11	1.11		RARAS	aa	tr
<i>Ophichthys zophochir</i>	20	0.11	1.10			d	str
<i>Myctophum aurolaterdatum</i>	20	0.11	1.02			bp	ap
<i>Stegastes rectifraenum</i>	10	0.51	4.90			aa	str
<i>Symphurus callopterus</i>	10	0.33	3.21			d	tr
<i>Bothus leopardinus</i>	10	0.32	3.06			d	tr
<i>Caranx caballus</i>	10	0.19	1.84			pn	str
<i>Paranthias</i> sp.	10	0.13	1.22			nd	nd
<i>Elops affinis</i>	10	0.11	1.06			pn	str
<i>Citharichthys sordidus</i>	10	0.10	1.00			d	tm
CIRRHIDAE	10	0.07	0.64			nd	nd
CYCLOPTERIDAE	10	0.07	0.64			nd	nd
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	10	0.07	0.64			bp	ap
<i>Bathophilus filifer</i>	10	0.06	0.61			bp	ap
<i>Diplophos proximus</i>	10	0.06	0.61			bp	ap
<i>Halichoeres dispilus</i>	10	0.06	0.57			aa	tr
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	10	0.06	0.57			bp	ap
<i>Bregmaceros</i> sp.	10	0.05	0.53			nd	nd
CONGRIDAE Tipo I	10	0.05	0.53			nd	nd
<i>Lestidiops neles</i>	10	0.05	0.53			nd	str
ANGUILIFORMES Tipo I	10	0.05	0.51			nd	nd
<i>Lutjanus guttatus</i>	10	0.05	0.50			aa	tr
<i>Polydactylus approximans</i>	10	0.05	0.50			d	str
<i>Oxyparhamus micropterus</i>	10	0.05	0.50			nd	tr
No. Taxones	59					d 25%	tr 19%
No. Estaciones	10					bp 17%	str 11%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	16						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	969						
Biomasa zooplancónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	367						

VII. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Tropical, (noviembre 2005) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREQ	% ABUN. PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AFINIDAD CLIMÁTICA	
						AMBIENTE DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100.00	54.69	490.70	36		bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	93.33	9.34	83.80	13		mp	str
<i>Diaphus pacificus</i>	83.33	4.74	42.56	9		bp	ap
<i>Auxis</i> Tipo I	60.00	3.88	34.81	3		nd	nd
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	76.67	2.50	22.42	6		bp	tr
<i>Hygophum atratum</i>	56.67	1.76	15.78	3	DOMINANTES	bp	ap
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	30.00	1.55	13.90			nc	str
<i>Diplophos proximus</i>	66.67	1.50	13.49	4		bp	ap
<i>Psenes</i> sio	100.00	1.27	11.42	4		bnp	tr
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	56.67	1.43	12.82	3		d	tr
<i>Myctophum aurolateratum</i>	66.67	1.19	10.71	3		bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	70.00	0.97	8.67	3		bp	ap
<i>Bregmaceros</i> sp.	50.00	0.83	7.44	2		nd	nd
<i>Lamppanyctus parvicauda</i>	53.33	0.82	7.33	2		bp	ap
GOBIIDAE Tipo I	30.00	0.78	7.00		CONSTANTES	nd	nd
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	50.00	0.67	5.99			bp	ap
CONGRIDAE Tipo I	46.67	0.48	4.27			nd	nd
<i>Citharichthys plataphrys</i>	30.00	0.44	3.94			d	tr
<i>Syacium ovale</i>	26.67	0.43	3.89			d	tr
<i>Bathophilus filifer</i>	33.33	0.34	3.01			bp	ap
<i>Scapelarchoides nicholsi</i>	36.67	0.33	3.00			bp	ap
<i>Bothus leopardinus</i>	26.67	0.30	2.73			d	tr
<i>Myrophis vafer</i>	26.67	0.15	1.39			d	str
<i>Benthoosema panamense</i>	23.33	1.96	17.57		OCASIONALES	mp	tr
<i>Scapelogadus mizolepis</i>	23.33	0.42	3.75			bp	ap
<i>Ophichthus zophochir</i>	20.00	0.15	1.37			d	str
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	20.00	0.15	1.35			nd	tr
<i>Scarpaenodes xyris</i>	20.00	0.22	1.93			aa	str
<i>Dormitator latifrons</i>	16.67	0.45	4.06			d	str
<i>Symphurus chabanaudi</i>	16.67	0.29	2.57			d	tr
<i>Synodus lucioceps</i>	16.67	0.12	1.05			aa	str
<i>Auxis</i> Tipo II	13.33	3.54	31.74			nd	nd
<i>Lutjanus guttatus</i>	13.33	0.11	0.95			aa	tr
<i>Bathycongrus macrurus</i>	10.00	0.10	0.93			bd	ap
<i>Coryphaena hippurus</i>	10.00	0.05	0.47			p	str
DERICHTHYDAE Tipo I	10.00	0.07	0.59			nd	nd
<i>Pontinus</i> sp.	10.00	0.18	1.64			nd	nd
<i>Symphurus elongatus</i>	10.00	0.06	0.54			d	tr
BOTHIDAE Tipo I	6.67	0.10	0.87			nd	nd
<i>Caranx caballus</i>	6.67	0.15	1.39			pn	str
<i>Chiasmodon</i> Tipo I	6.67	0.04	0.38			nd	nd
CIRRITHIDAE	6.67	0.04	0.40			nd	nd
<i>Diplectrum</i> sp.	6.67	0.10	0.91		RARAS	nd	nd
<i>Hyporhamphus rosae</i>	6.67	0.05	0.42			nd	str
<i>Idiacanthus antrastomus</i>	6.67	0.06	0.54			bp	ap
<i>Melanocetus johnsonii</i>	6.67	0.04	0.35			bp	ap
<i>Mugil</i> sp.	6.67	0.04	0.38			nd	nd
MURAENIDAE Tipo I	6.67	0.04	0.37			nd	nd
<i>Perissias taeniopterus</i>	6.67	0.06	0.55			d	tr
<i>Serranus</i> sp.	6.67	0.04	0.38			nd	nd
<i>Stegastes rectifraenum</i>	6.67	0.04	0.39			aa	str
<i>Symphurus</i> Tipo II	6.67	0.08	0.73			nd	nd
<i>Triphoturus mexicanus</i>	6.67	0.24	2.19			mp	str
ANGULIFORME Tipo I	3.33	0.02	0.19			nd	nd
<i>Cherublemma emmelas</i>	3.33	0.08	0.69			bd	ap
<i>Citharichthys sordidus</i>	3.33	0.04	0.35			d	tm
<i>Citharichthys</i> Tipo I	3.33	0.03	0.29			nd	nd
CYCLOPTERIDAE	3.33	0.04	0.36			nd	nd
<i>Elops affinis</i>	3.33	0.02	0.19			pn	str
<i>Halichoeres dispilus</i>	3.33	0.05	0.44			aa	tr
<i>Myripristis leiognathos</i>	3.33	0.02	0.17			aa	tr
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	3.33	0.02	0.17			aa	tr
<i>Paranthias</i> sp.	3.33	0.02	0.16			nd	nd
<i>Polydactylus approximans</i>	3.33	0.02	0.17			d	str
<i>Symphurus callopterus</i>	3.33	0.04	0.40			d	tr
<i>Symphurus prolatinaris</i>	3.33	0.02	0.17			d	tr
ACANTHURIDAE	10.00	0.18	1.63			nd	nd
No. Taxones	67					d 21%	tr 25%
No. Estaciones	30					bp 21%	str 21%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	13						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	897						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	145						

**Tabla VIII.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Transición Corriente de California (noviembre 2005) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN. PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE DEL ADULTO	AFINIDAD CLIMÁTICA DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	84.11	418.54	73		bp	str
<i>Diogenichthys laternatus</i>	60	7.97	39.64	9	DOMINANTES	mp	str
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	80	1.25	6.23	6		bp	ap
GOBIIDAE Tipo I	60	1.22	6.09		CONSTANTES	nd	nd
<i>Hygophum atratum</i>	60	1.28	6.38	4		bp	ap
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	40	0.72	3.56			bp	tr
<i>Diplophos proximus</i>	40	0.78	3.88			bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	40	0.52	2.61			nd	str
<i>Ophichthus zophochir</i>	40	0.49	2.44			d	str
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	20	0.45	2.22		RARAS	nc	str
<i>Caranx caballus</i>	20	0.22	1.11			pn	str
<i>Myctophum aurolateratum</i>	20	0.23	1.16			bp	ap
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	20	0.26	1.27			bp	ap
<i>Scopelogadus mizolepis</i>	20	0.24	1.17			bp	ap
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	20	0.26	1.27			d	tr
No. Taxones	15	6.66				bp 53%	str 40%
No. Estaciones	5						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	33						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	498						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	85						

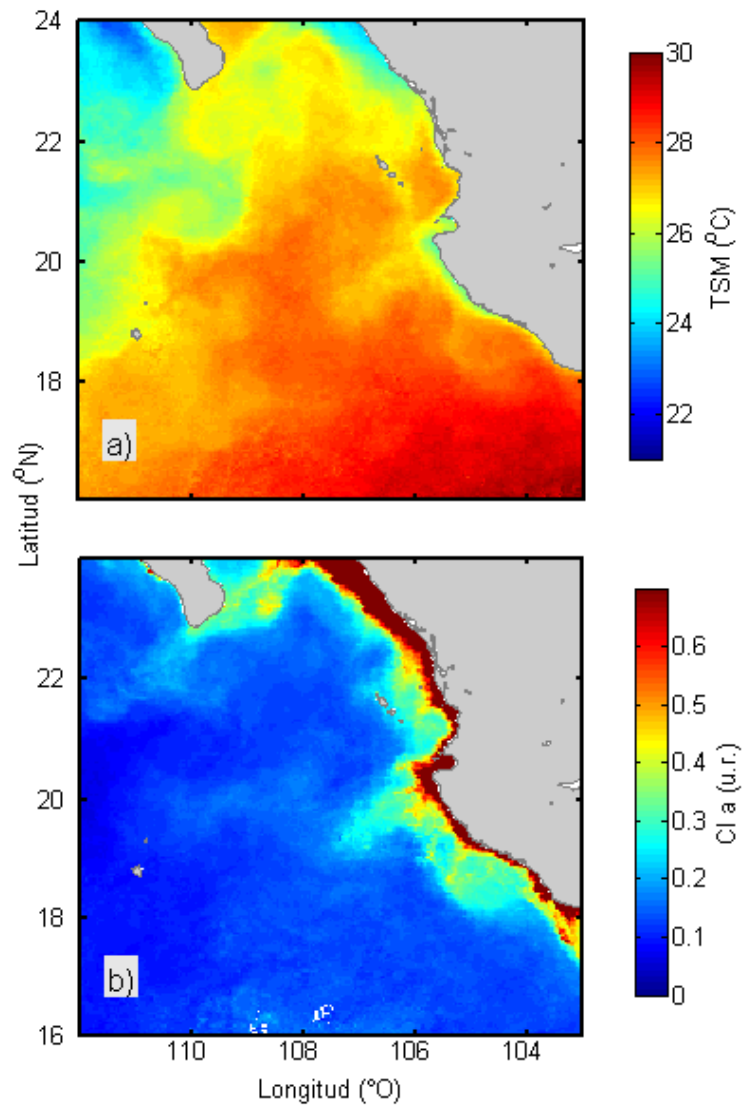
### ***Hábitats de larvas de peces y variables ambientales***

El HLPs *CO* se distribuye en la región con temperaturas promedio de 23° C y valores altos de pigmentos de clorofila como se observa en la Fig. 10, se puede ver su distribución asociada a procesos de circulación ciclónica, profundidades menores de la isopicna de 24.5 kg m<sup>-3</sup> (de 15 m a 37 m) y elevadas abundancias de larvas (Fig. 11a). También presentó altos valores de biomasa del zooplancton y bajos de oxígeno disuelto (Fig. 11b), tiene valores intermedios de temperatura y elevada salinidad (Fig. 11c) lo cual también se observa en el diagrama de masas de agua (Fig. 12).

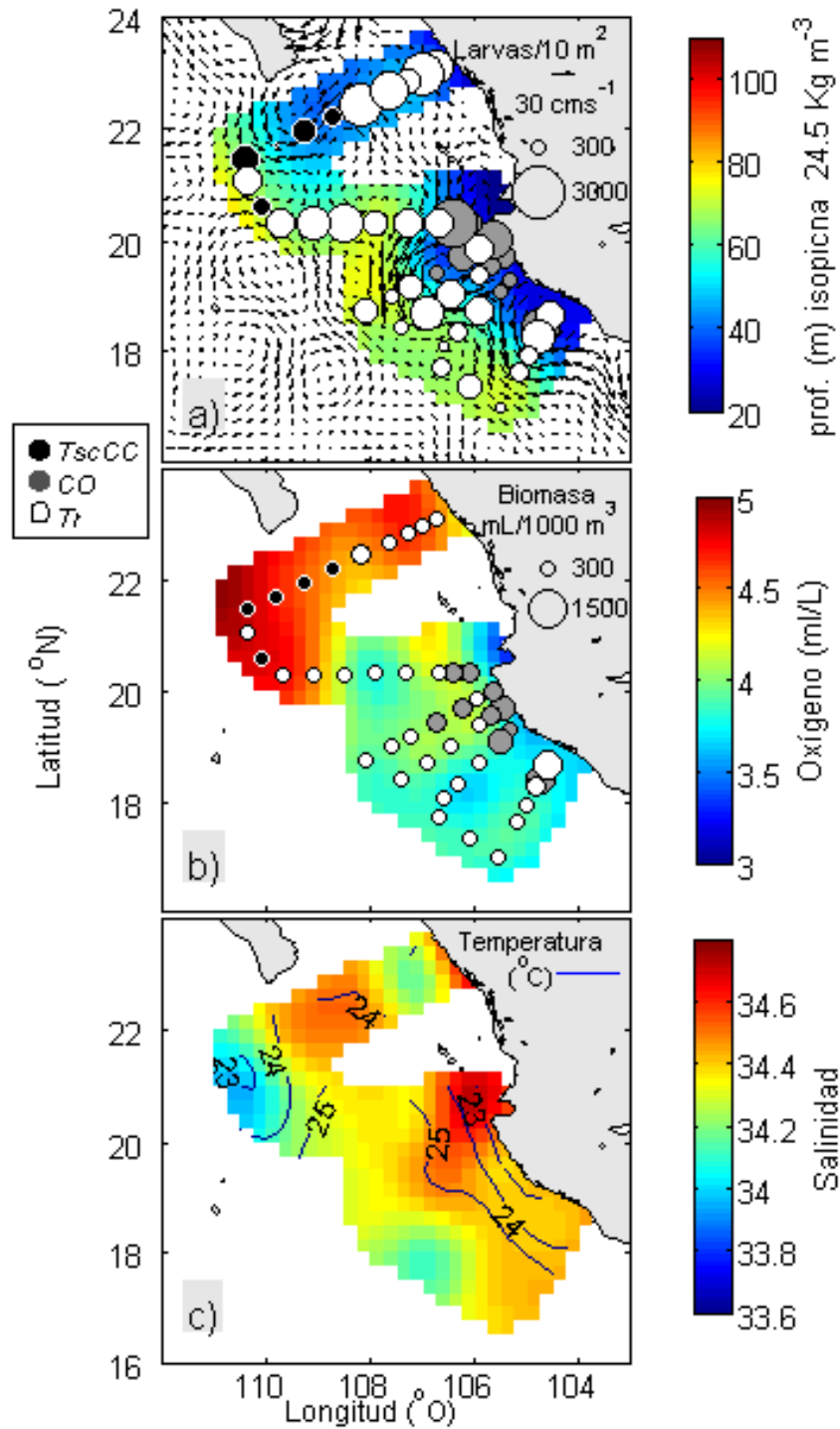
El HLPs *Tr* se localizó en la región con una temperatura elevada y bajos valores de pigmentos de clorofila (Fig. 10). Se asoció a procesos de circulación anticiclónica, elevados valores en la profundidad de la isopicna de 24.5 kg m<sup>-3</sup> y alta abundancia de larvas (Fig. 11a), tuvo bajos valores de biomasa del zooplancton y de oxígeno disuelto (Fig. 11b), así como temperatura elevada y salinidad intermedia (de acuerdo al mapa) (Fig. 11c) que también se observan en la gráfica de masas de agua (Fig. 12).

El hábitat *TscCC* se relaciona con los menores valores temperatura y pigmentos de clorofila (Fig. 10), se asocia a profundidades intermedias de la isopicna de 24.5 kg m<sup>-3</sup> (de 36 m a 62 m) y baja abundancia de larvas (Fig. 11a), también a valores elevados de oxígeno disuelto y

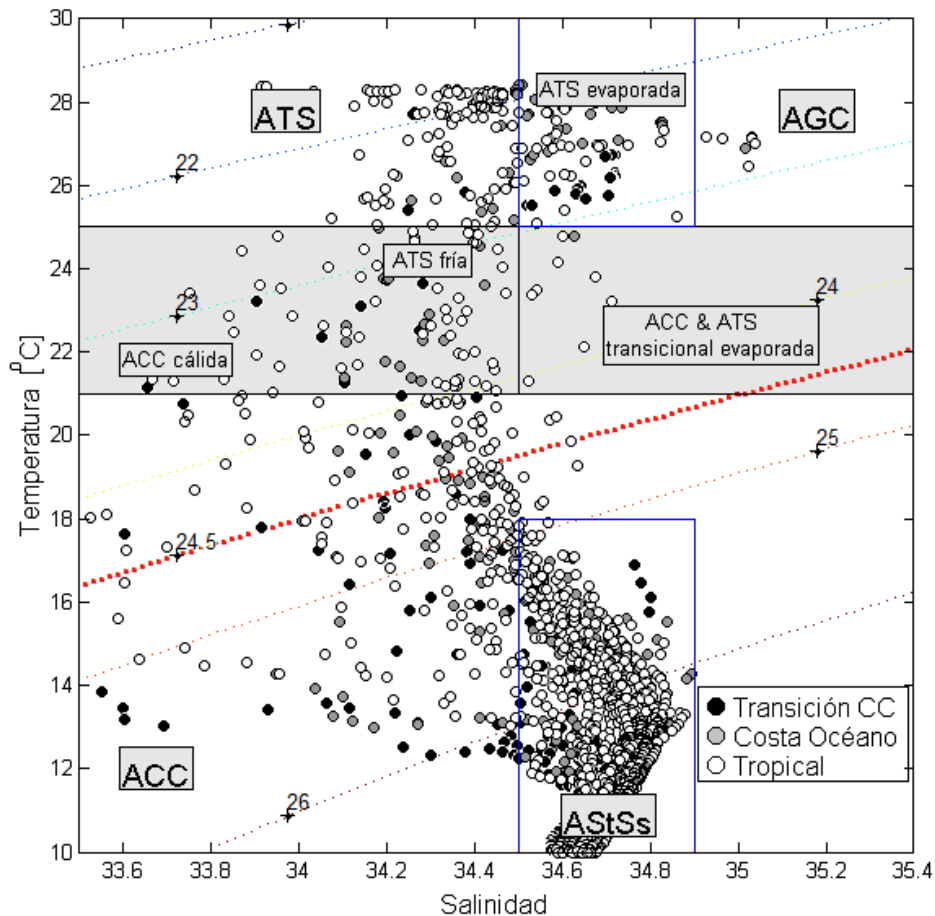
baja biomasa del zooplancton (Fig. 11b) con las menores temperaturas y salinidad (Fig. 11c), se encuentra dentro de los intervalos del agua de la Corriente de California (baja temperatura y salinidad (Fig. 12)).



**Figura 10.** Imágenes de satélite AQUA-MODIS (resolución de 4 km x 4 km) a) de a) temperatura superficial del mar y b) pigmentos de clorofila durante noviembre de 2005 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano



**Figura 11.** Distribución de los parámetros ambientales y habitats de larvas de peces a) anomalía del nivel del mar (AVISO-satélite) y profundidad de la isopícnica de 24.5 kg m<sup>-3</sup>, c) oxígeno disuelto y biomasa del zooplancton, c) salinidad y temperatura, correspondientes a noviembre de 2005 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano. Hábitat Transición corriente de California (*TscCC*), Costa-Océano (*CO*) y Tropical (*Tr*).



**Figura 12.** Diagrama ( $\theta$ , S) correspondiente a los datos de noviembre de 2005. Agua tropical superficial (ATS), agua del Golfo de California (AGC), agua de la Corriente de California (ACC), agua subtropical subsuperficial (AStSs).

## AGOSTO 2006

### Composición general

En agosto de 2006 se identificaron un total de 2,768 larvas pertenecientes a 53 familias, 68 géneros, 64 especies y 37 morfotipos incluidos en un total de 105 taxones y una diversidad de 2.5 bits. Las familias con más taxones representados fueron Myctophidae con siete, Congridae y Eleotridae con cinco. Los taxones que representaron el 80% de la abundancia fueron *V. lucetia* (39%), *B. bathymaster* (11%), *D. laternatus* (8%), *D. pacificus* (8%), *Symphurus chabanaudi* (5%), *Auxis* (Tipo I) (5%), *Syacium ovale* (2%) y *Lestidiops neles* (2%).



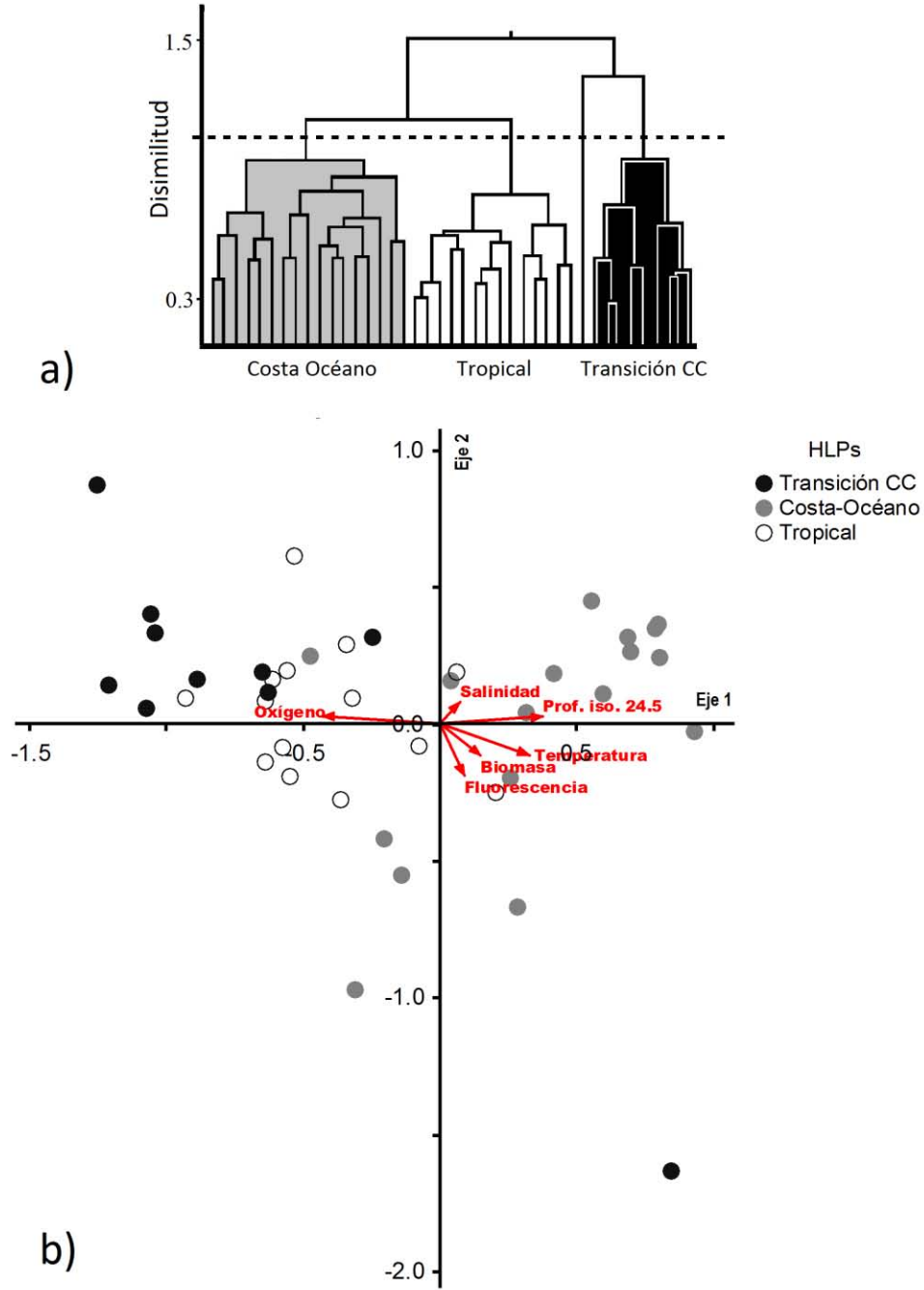
### ***Hábitats de larvas de peces***

El índice de disimilitud de Bray-Curtis con un corte en el nivel 1.1 definió tres HLPs que fueron denominados como *CO*, *Tr* y *TscCC* (Fig. 13a). Estos HLPs fueron significativamente diferentes entre sí (ANOSIM:  $R= 0.44$ ) cuyas tendencias en los gradientes ambientales se ilustran en el ACC (Fig. 13b). En los coeficientes canónicos del ACC el oxígeno mejor correlacionado con el eje uno (-0.73) y la fluorescencia en el eje dos (-0.51) con una varianza explicada en ambos ejes de  $R^2= 0.47$  (Fig. 12b).

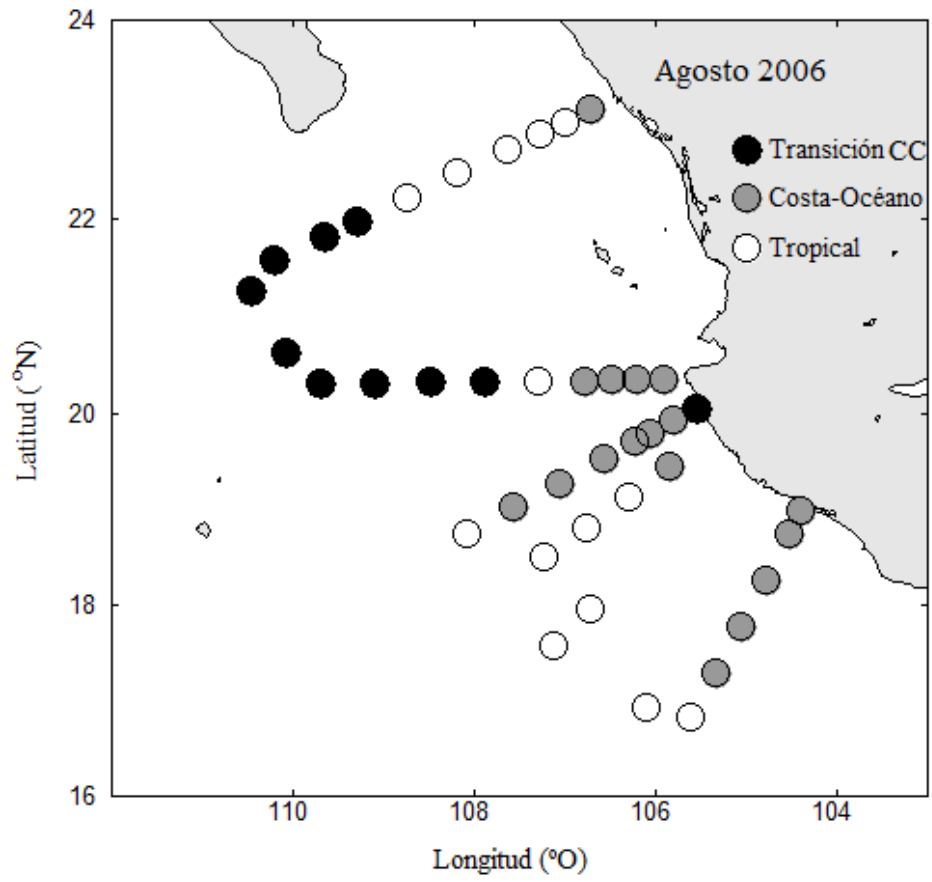
El hábitat *CO* se correlacionó positivamente con la profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$ , temperatura, *FCl a* fluorescencia, biomasa y salinidad y negativamente con el oxígeno, estuvo conformado con 55 taxones y 17 estaciones (Tabla IX), las especies dominantes fueron: *Auxis* spp. (Tipo I), *V. lucetia*, *D. pacificus*, *B. bathymaster*, *S. chabanaudi*, *Xyrichthys mundiceps*, *Lestidips neles*, *Syacium ovale* y *D. laternatus*. En el SIMPER sobresalieron *V. lucetia* (19%), *D. pacificus* (15%), *Auxis* spp. (16%) y *B. bathymaster* (12%).

El HLP denominado *Tr* presentó una ligera relación con el oxígeno y negativa con la salinidad, fluorescencia y profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$  estuvo constituido por 14 estaciones de muestreo y 35 taxones, las especies dominantes fueron: *V. lucetia* y *D. laternatus* (Tabla X) con el 32% y 17% del SIMPER respectivamente.

El hábitat *TscCC* se relacionó positivamente con el oxígeno y negativamente con la *FCl a*, biomasa, temperatura y salinidad (Fig. 12b; Tabla XI). Estuvo integrada por 16 taxones en seis estaciones y las especies dominantes fueron *V. lucetia* y *D. laternatus* con el 80% y 11% respectivamente en el SIMPER.



**Figura 13.** a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis y b) diagrama del ACC aplicado a las matrices de densidad de especies con las variables ambientales de agosto de 2006 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



**Figura 14.** Distribución de los hábitats de larvas de peces en agosto de 2006 en el Pacífico Tropical Mexicano.

**Tabla IX.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Costa-Océano (agosto 2006) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE	AFINIDAD CLIMATICA
						DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Auxis</i> sp. (Tipo I)	100	5.79	28.52	16		nd	nd
<i>Vinciguerria lucetia</i>	94	23.77	117.09	19		bp	ap
<i>Diaphus pacificus</i>	94	8.72	42.95	15		bp	ap
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	82	20.77	102.31	12		nc	str
<i>Symphurus chabanaudi</i>	76	5.62	27.69	8	DOMINANTES	d	tr
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	71	2.84	13.98	6		d	tr
<i>Lestidiops neles</i>	65	3.38	16.64	5		nd	str
<i>Syacium ovale</i>	59	4.19	20.64	4		d	tr
<i>Diogenichthys laternatus</i>	29	3.50	17.26			mp	str
<i>Caranx caballus</i>	47	0.89	4.38	3		pn	str
<i>Stegastes rectifraenum</i>	41	0.70	3.45	2		aa	str
ELEOTRIDAE Tipo I	35	1.24	6.13			nd	nd
<i>Balistes polylepis</i>	35	1.00	4.95		CONSTANTES	aa	str
<i>Dormitator latifrons</i>	35	0.49	2.40			d	str
GOBIIDAE Tipo I	29	1.61	7.95			nd	nd
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	29	0.94	4.61			bp	ap
<i>Halichoeres dispilus</i>	18	2.42	11.92		OCASIONAL	aa	tr
ACANTHURIDAE Tipo I	24	0.34	1.69			nd	nd
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	24	0.27	1.35			bp	ap
<i>Roncador stearnsii</i>	18	1.46	7.17			d	str
<i>Lutjanus</i> Tipo I	18	0.60	2.96			nd	nd
<i>Pontinus</i> sp.	18	0.42	2.09			bp	ap
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	18	0.27	1.35			nd	nd
CONGRIDAE Tipo I	18	0.21	1.01			nd	nd
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	18	0.18	0.88			bp	tr
<i>Ophichthus zopochir</i>	18	0.16	0.77			d	str
<i>Psenes sio</i>	12	1.62	7.97			bnp	tr
<i>Synodus</i> Tipo I	12	0.72	3.55			nd	nd
<i>Paranthias</i> sp.	12	0.71	3.51			nd	nd
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	12	0.62	3.07			nd	tr
<i>Melanocetus johnsonii</i>	12	0.52	2.56			bp	ap
<i>Melamphaes lugubris</i>	12	0.41	2.04			bp	ap
HAEMULIDAE Tipo I	12	0.35	1.73		RARAS	nd	nd
<i>Lutjanus guttatus</i>	12	0.21	1.02			aa	tr
CONGRIDAE Tipo V	12	0.19	0.96			nd	nd
<i>Caranx sexfasciatus</i>	12	0.17	0.83			aa	tr
<i>Sufflamen verres</i>	12	0.15	0.74			aa	tr
OPHICHTHIDAE Tipo II	12	0.15	0.73			nd	nd
<i>Zalieutes elater</i>	12	0.14	0.71			d	tr
<i>Bothus leopardinus</i>	12	0.14	0.70			d	tr
<i>Fistularia corneta</i>	12	0.14	0.68			nd	tr
<i>Scorpaenodes xyris</i>	12	0.13	0.66			aa	str
MURAENIDAE Tipo I	12	0.12	0.60			nd	nd
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	12	0.12	0.60			aa	tr
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	12	0.12	0.58			aa	tr
<i>Coryphaena hippurus</i>	12	0.12	0.58			p	str
HOLOCENTRIDAE Tipo I	12	0.11	0.56			nd	nd
GOBIIDAE Tipo II	12	0.08	0.37			nd	nd
<i>Auxis</i> sp. (Tipo II)	6	0.51	2.49			nd	nd
KYPHOSIDAE Tipo I	6	0.20	0.96			nd	nd
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	6	0.20	0.96			bp	ap
<i>Hirundichthys</i> spp.	6	0.09	0.42			nd	nd
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	6	0.09	0.42			bp	ap
CONGRIDAE Tipo IV	6	0.05	0.26			nd	nd
<i>Apogon atricaudus</i>	6	0.05	0.24			aa	tr
No. Taxones	55					bp 18%	tr 29%
No. Estaciones	17					d 15%	
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	9						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	493						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	262						

**Tabla X.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Tropical (agosto 2006 y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE	AFINIDAD CLIMATICA
						DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	43.89	175.79	32		bp	ap
<i>Diogenichthys lateratus</i>	100	15.31	61.34	17		mp	str
<i>Diaphus pacificus</i>	93	10.58	42.37	12	DOMINANTES	bp	ap
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	93	5.03	20.13	9		bp	tr
<i>Symphurus chabanaudi</i>	79	4.15	16.62	6		d	tr
<i>Auxis sp. (Tipo I)</i>	71	5.15	20.61	6		nd	nd
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	71	1.86	7.47	5		bp	tm
<i>Psenes sio</i>	64	1.75	7.02	3	CONSTANTES	bnp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	43	1.48	5.93			bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	43	1.13	4.52			nd	str
<i>Bregmaceros sp.</i>	43	0.70	2.79			nd	nd
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	36	2.28	9.14			nc	str
<i>Bothus leopardinus</i>	29	0.51	2.04			d	tr
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	29	0.55	2.19			bp	ap
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	29	0.68	2.71			d	tr
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	21	0.85	3.40			nd	tr
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	21	0.27	1.10			mp	tr
<i>Syacium ovale</i>	21	0.60	2.39			d	tr
ACANTHURIDAE Tipo I	14	0.49	1.95			nd	nd
ELEOTRIDAE Tipo I	14	0.23	0.94			nd	nd
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	14	0.45	1.80			bp	ap
<i>Scorpaenodes xyris</i>	14	0.25	1.01			aa	str
<i>Stegastes rectifraenum</i>	14	0.16	0.65			aa	str
<i>Apogon atricaudus</i>	7	0.18	0.71		RARAS	aa	tr
<i>Auxis sp. (Tipo II)</i>	7	0.12	0.48			nd	nd
<i>Caranx caballus</i>	7	0.09	0.35			pn	str
<i>Coryphaena hippurus</i>	7	0.09	0.36			p	str
<i>Dormitator latifrons</i>	7	0.09	0.36			d	str
<i>Halichoeres dispilus</i>	7	0.08	0.32			aa	tr
<i>Hirundichthys spp.</i>	7	0.09	0.35			nd	nd
HOLOCENTRIDAE Tipo I	7	0.18	0.71			nd	nd
KYPHOSIDAE Tipo I	7	0.13	0.50			nd	nd
<i>Lutjanus guttatus</i>	7	0.35	1.41			aa	tr
<i>Paranthias sp.</i>	7	0.09	0.35			nd	nd
<i>Sargocentron suborbitale</i>	7	0.18	0.71			d	tr
No. Taxones	35					bp 21%	tr 36%
No. Estaciones	14					d 18%	str 24%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	11						ap 15%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	401						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	184						

**Tabla XI.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Transición Corriente de California (agosto 2006) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN. PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE	AFINIDAD CLIMÁTICA
						DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	90	82.63	223.72	80		bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	60	8.97	24.29	11	DOMINANTES	mp	str
<i>Auxis sp.</i> (Tipo I)	40	0.90	2.44			nd	nd
<i>Symphurus chabanaudi</i>	40	3.51	9.52		CONSTANTES	d	tr
<i>Syacium ovale</i>	30	1.04	2.83			d	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	20	0.57	1.53			bp	ap
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	10	0.24	0.64			bp	ap
CONGRIDAE Tipo IV	10	0.24	0.64			nd	nd
<i>Diaphus pacificus</i>	10	0.16	0.43			bp	ap
ELEOTRIDAE Tipo I	10	0.18	0.48		RARAS	nd	nd
GOBIIDAE Tipo I	10	0.19	0.50			nd	nd
<i>Lutjanus guttatus</i>	10	0.35	0.96			d	tr
<i>Sargocentron suborbitale</i>	10	0.53	1.44			d	tr
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	10	0.16	0.44			bp	ap
<i>Synodus</i> Tipo I	10	0.18	0.48			nd	nd
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	10	0.15	0.41			d	tr
No. Taxones	16					bp 31%	tr 31%
No. Estaciones	9					d31%	
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	17						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	271						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	119						

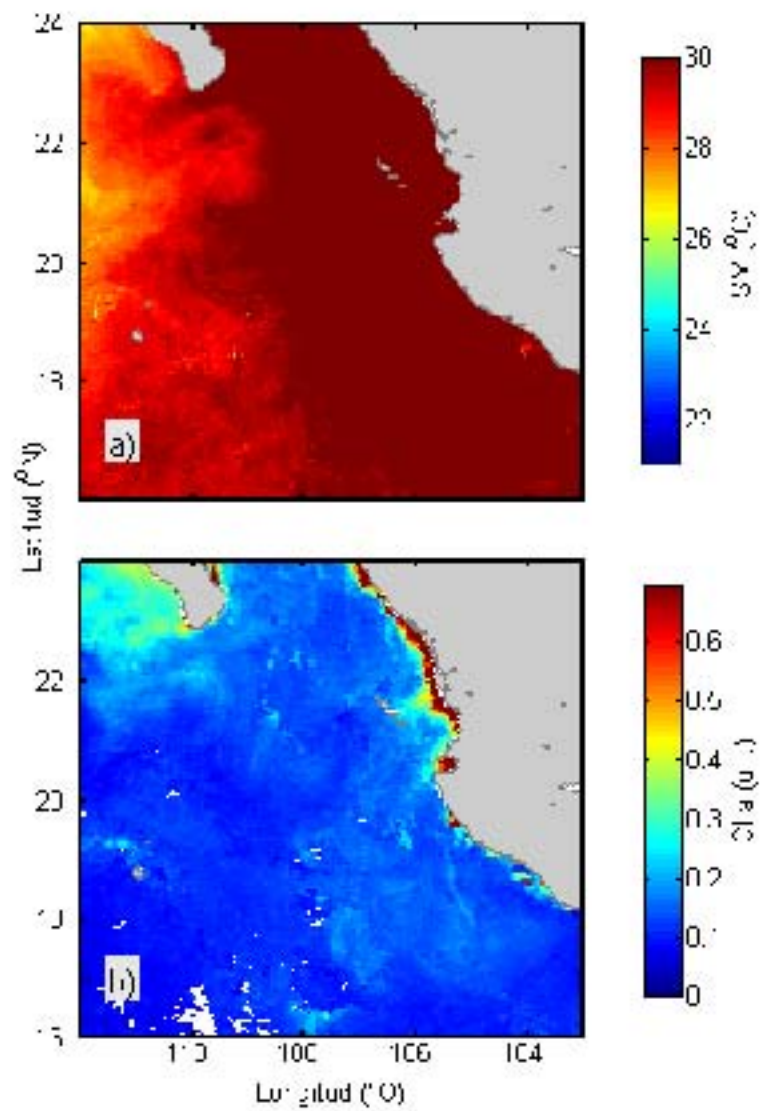
### ***Hábitats de larvas de peces y variables ambientales***

En el mes de agosto en HLPs CO se localizó en una zona con temperatura elevada y pigmentos bajos de clorofila (Fig. 15), circulación ciclónica, valores altos de la profundidad de la isopícnica de 24.5 Kg m<sup>-3</sup> (de 45 m a 82 m), alta abundancia de larvas (Fig. 16a), biomasa del zooplancton elevada y oxígeno bajo (Fig. 16b) además de salinidad alta y temperatura intermedia (con respecto a los otros HLPs)(Fig. 16c), en cuanto a las masas de agua tuvo salinidad alta y temperatura intermedia, comparado con los otros dos hábitats (Fig. 17).

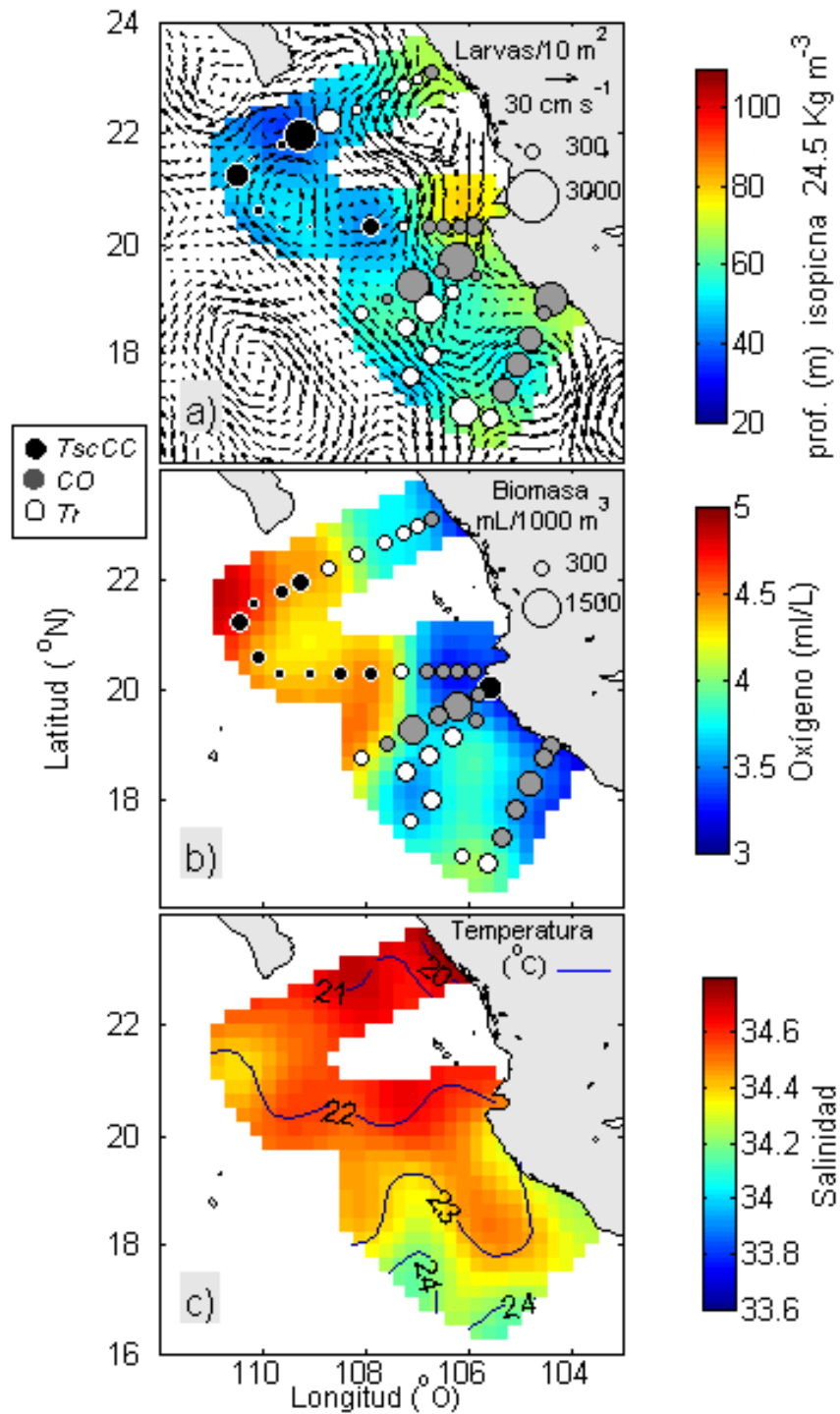
El hábitat Tr presenta espacialmente temperatura elevada, clorofila baja (Fig 15), profundidades intermedias de la de la isopícnica de 14.5 Kg m<sup>-3</sup> (de 46 m a 70 m) (Fig. 165a), biomasa baja y oxígeno bajo (Fig. 16b), salinidad y temperatura altas (Fig. 16c). En la columna de agua presenta condiciones tropicales (Fig. 17).

El hábitat TscCC se presenta en las condiciones de la menor temperatura y pigmentos de clorofila con valores intermedios con respecto a los otros dos HLPs (Fig. 15), asociado a bajos valores de la profundidad de la isopícnica de 25.5 Kg m<sup>-3</sup> (de 30 m a 63 m) y abundancia baja de larvas (Fig. 16a), oxígeno disuelto elevado y biomasa baja (Fig. 16b), salinidad y temperatura

elevadas (Fig. 16c) y en la columna de agua temperatura intermedia y salinidad elevada (Fig. 17).

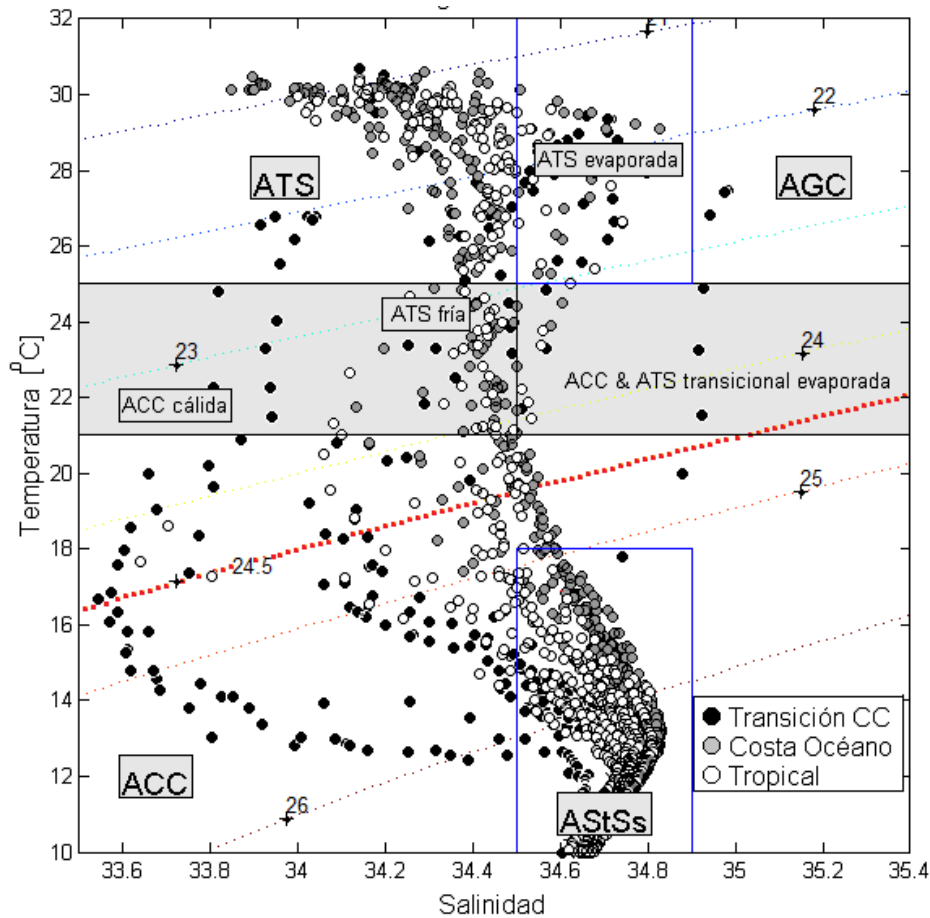


**Figura 15.** Imágenes de satélite AQUA-MODIS (resolución de 4 km x 4 km) de a) temperatura superficial del mar y b) pigmentos de clorofila durante agosto de 2006 en en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano



**Figura 16.** Distribución de los parámetros ambientales y hábitats de larvas de peces a) anomalía del nivel del mar (AVISO-satélite) y profundidad de la isopícnica de 24.5 kg m<sup>-3</sup>, b) oxígeno disuelto y biomasa del zooplancton, c) salinidad y temperatura, correspondientes a agosto de 2006 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano. Hábitat Transición Corriente de California (*TscCC*), Costa-Oceáno (*CO*) y Tropical (*Tr*).





**Figura 17.** Diagrama ( $\theta$ , S) correspondiente a los datos de agosto de 2006. Agua tropical superficial (ATS), agua del Golfo de California (AGC), agua de la Corriente de California (ACC), agua subtropical subsuperficial (AStSs).

## **MARZO 2007**

### ***Composición general***

Para el muestreo de marzo del 2007 se identificaron un total de 9,373 larvas correspondientes a 44 familias, 72 géneros, 70 especies y 13 morfotipos, los cuales se incluyen en un total de 97 taxones. La diversidad en este mes fue de 2.2 bits. Las familias con más taxones representados fueron Myctophidae con nueve, Cynoglossidae, Carangidae y Paralichthyidae con seis taxones cada uno y Congridae con cinco. Las especies que presentaron en suma el 82% de la abundancia relativa fueron *V. lucetia* (31%), *B. bathymaster* (22%), *D. laternatus* (22%), *M. aurolaternatum* (3%) y *D. pacificus* (3%).

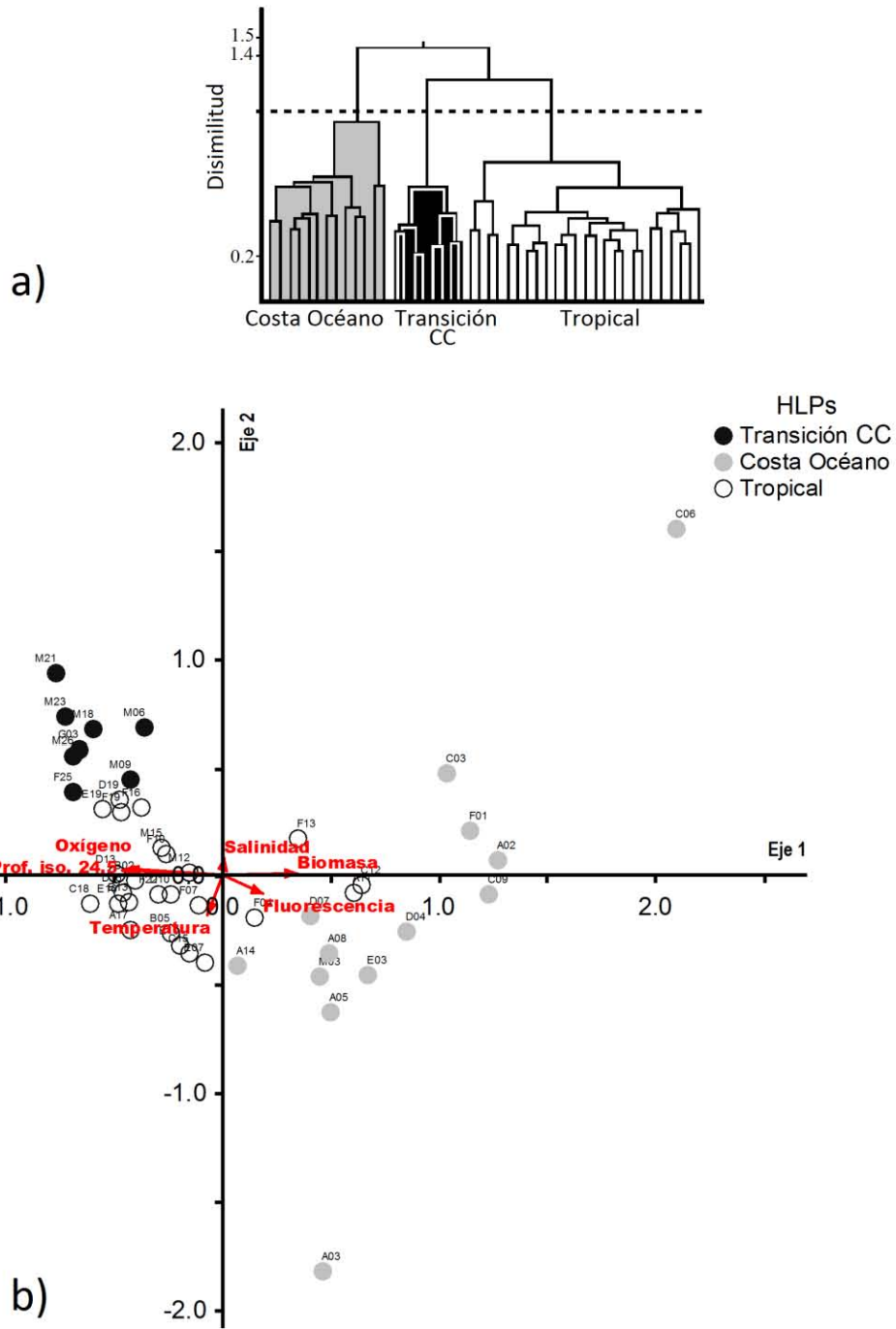
### ***Hábitats de larvas de peces***

El índice de disimilitud de Bray-Curtis con un corte en el nivel 1.18 definió tres hábitats de larvas (Fig. 18a) que fueron denominados como: Costa-Océano (*CO*) Tropical (*Tr*) y Transición Corriente de California (*TscCC*). Estos hábitats fueron significativamente diferentes entre sí (ANOSIM:  $R=0.70$ ). También fueron detectados mediante el ACC (figura 178b). En los coeficientes canónicos del ACC el oxígeno fue el mejor correlacionado con el eje uno (-0.80) y la temperatura en el eje dos (-0.43) con una varianza explicada en ambos ejes de  $R^2=0.45$  (Fig. 18b).

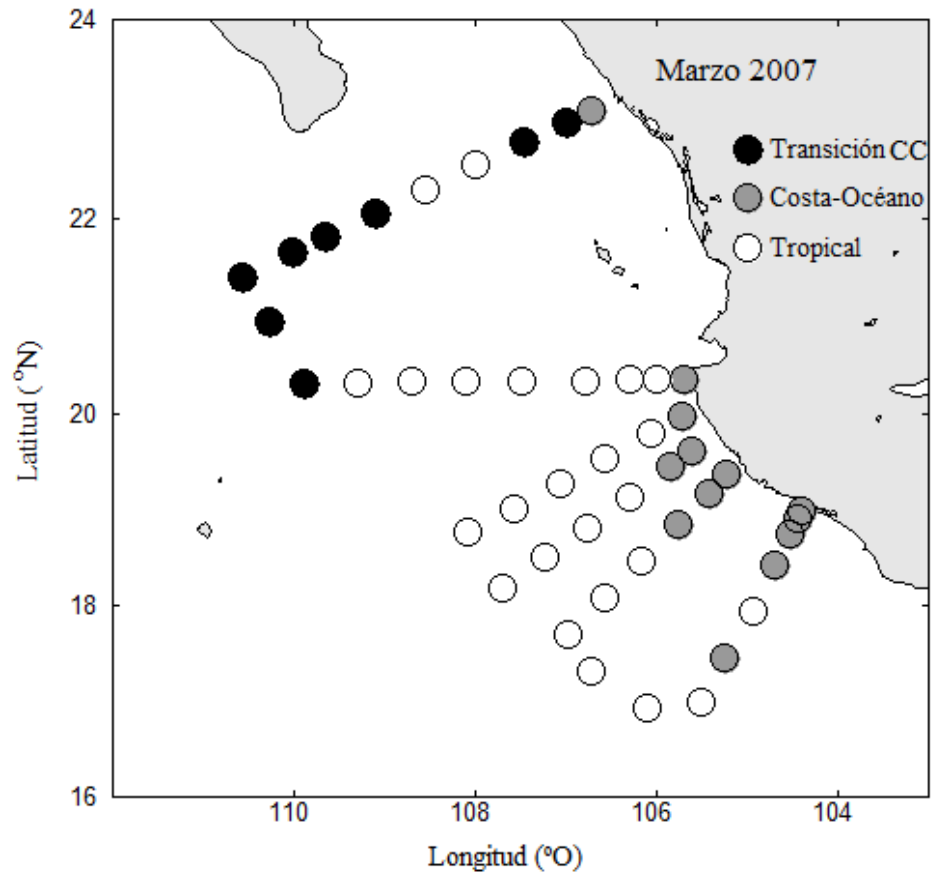
El hábitat *CO* (Tabla XII) se correlacionó positivamente con la biomasa, fluorescencia y salinidad y negativamente con la profundidad de la isopicna de 24.5 y el oxígeno, estuvo conformada por 47 taxones y 13 estaciones (Fig. 20a). Las especies dominantes fueron *B. bathymaster*, *V. lucetia* y *D. laternatus*, con un porcentaje del SIMPER de 47%, 19% y 15% respectivamente.

El HLPs *Tr* (Tabla XIII) se correlacionó positivamente con la profundidad de la isopicna de 24.5  $\text{kg m}^{-3}$  y la temperatura, y negativamente con la *FCl a*, estuvo constituido por 25 estaciones y 68 taxones. Las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *M. aurolaternatum*, *L. neles*, *D. pacificus*, *B. nigrigenys*, *S. chabanaudi*, *H. atratum* y *B. bathymaster*. Sobresalen con el SIMPER *V. lucetia* (28%) y *D. laternatus* (24%).

El hábitat *TscCC* (Tabla XIII) se correlacionó positivamente con el oxígeno disuelto, y negativamente con la *FCl a*. (Fig. 18b), estuvo constituido por 23 taxones, ocho estaciones y las especies dominantes fueron *V. lucetia*, *D. laternatus* e *H. atratum* con valores del SIMPER de 43%, 22% y 19% respectivamente.



**Figura 18.** a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis y b) diagrama del ACC aplicado a las matrices de densidad de especies con las variables ambientales de marzo de 2007 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



**Figura 19.** Distribución de los Hábitats de Larvas de Peces en marzo de 2007 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

**Tabla XII.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Costa-Océano (marzo 2007) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AFINIDAD CLIMÁTICA	
						DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	100	72.09	763.99	47		nc	str
<i>Vinciguerria lucetia</i>	84.62	8.63	91.47	19	DOMINANTES	bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	76.92	5.73	60.71	15		mp	str
<i>Dormitator latifrons</i>	53.85	1.08	11.45	3		d	str
<i>Xyrichthys mundiceps</i>	46.15	0.38	3.98	2		d	tr
<i>Syacium ovale</i>	46.15	0.35	3.66	1		d	tr
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	38.46	0.61	6.51	2	CONSTANTES	bp	ap
<i>Symphurus chabanaudi</i>	38.46	0.59	6.20	2		d	tr
<i>Psenes sio</i>	38.46	0.36	3.84			bnp	tr
<i>Scorpaenodes xyris</i>	38.46	0.25	2.64	1		aa	str
<i>Auxis</i> Tipo I	30.77	0.64	6.77			nd	nd
<i>Diaphus pacificus</i>	30.77	0.58	6.15			bp	ap
GOBIIDAE Tipo I	30.77	0.49	5.22			nd	nd
<i>Halichoeres dispilus</i>	30.77	0.38	3.98			aa	tr
<i>Cherublemma emmelas</i>	23.08	1.29	13.68			bd	ap
<i>Sarda</i> sp.	23.08	1.10	11.69			nd	nd
<i>Anchoa</i> sp.	15.38	0.85	9.02			p	str
<i>Euthynnus lineatus</i>	7.69	0.55	5.80			nd	tr
BYTHITIDAE Tipo I	15.38	0.53	5.62			nd	nd
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	15.38	0.45	4.73			bp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	23.08	0.34	3.58			bp	ap
<i>Symphurus</i> Tipo I	7.69	0.31	3.26			nd	nd
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	23.08	0.25	2.61			aa	tr
<i>Caranx sexfasciatus</i>	15.38	0.22	2.38		RARAS	aa	tr
<i>Ophichthus zophochir</i>	23.08	0.18	1.94			d	str
<i>Caranx caballus</i>	23.08	0.17	1.84			pn	str
<i>Engraulis mordax</i>	15.38	0.15	1.56			n	str
<i>Bothus leopardinus</i>	7.69	0.14	1.46			d	tr
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	15.38	0.13	1.41			bp	ap
<i>Heteroconger digueti</i>	23.08	0.13	1.40			bd	ap
<i>Symphurus callopterus</i>	15.38	0.13	1.34			d	tr
<i>Psenes pellucidus</i>	7.69	0.10	1.09			bp	ap
<i>Synodus lucioceps</i>	15.38	0.10	1.01			aa	str
<i>Lestidiops neles</i>	15.38	0.08	0.83			nd	str
<i>Pontinus</i> sp.	15.38	0.08	0.82			nd	nd
<i>Symphurus elongatus</i>	15.38	0.07	0.77			d	tr
<i>Symphurus prolatinaris</i>	7.69	0.05	0.56			d	tr
<i>Bregmaceros</i> sp.	7.69	0.05	0.55			nd	nd
<i>Cyclosetta panamensis</i>	7.69	0.05	0.55			d	tr
<i>Citharichthys gordae</i>	7.69	0.05	0.49			d	tr
ELEOTRIDAE Tipo I	7.69	0.05	0.49			nd	nd
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	7.69	0.05	0.49			bp	ap
<i>Bathycongrus macrurus</i>	7.69	0.04	0.46			bd	ap
<i>Symphurus williamsi</i>	7.69	0.04	0.44			d	tr
<i>Heteroconger canabus</i>	7.69	0.04	0.43			d	tr
CONGRIDAE Tipo I	7.69	0.04	0.43			nd	nd
<i>Hygophum atratum</i>	7.69	0.04	0.43			bp	ap
No. Taxones	47					d 28%	tr 36%
No. Estaciones	13					bp 19%	ap 23%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	23						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	1060						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	389						

**Tabla XIII** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Tropical (marzo 2007) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE DEL ADULTO	AFINIDAD CLIMATICA DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	38.01	516.43	28		bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	100	28.93	393.12	24		mp	str
<i>Myctophum aurolateratum</i>	100	3.99	54.24	8		bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	92	3.13	42.58	6		nd	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	88	3.50	47.51	6	DOMINANTES	bp	ap
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	76	1.85	25.08	4		bp	ap
<i>Symphurus chabanaudi</i>	68	2.35	31.95	2		d	tr
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	44	2.94	39.96			nc	str
<i>Hygophum atratum</i>	40	1.51	20.49	1		bp	ap
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	84	1.09	14.81	3		bp	ap
<i>Psenes sio</i>	60	0.64	8.75	2		bnp	tr
<i>Xyrichthys mundiceps</i>	60	0.57	7.78	1		d	tr
<i>Chiasmodon</i> Tipo I	56	0.47	6.41	1		nd	nd
<i>Bathophilus filifer</i>	56	0.42	5.69	1		bp	ap
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	52	0.60	8.11	1		bp	tr
<i>Syacium ovale</i>	52	0.56	7.59		CONSTANTES	d	tr
<i>Bothus leopardinus</i>	48	0.33	4.46			d	tr
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	48	0.30	4.13			bp	ap
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	44	0.43	5.84			bp	ap
<i>Dormitator latifrons</i>	40	0.65	8.88			d	str
<i>Auxis</i> Tipo I	40	0.64	8.74			nd	nd
<i>Bregmaceros</i> sp.	40	0.36	4.84			pc	tr-str
GOBIIDAE Tipo I	32	0.27	3.73			nd	nd
<i>Oneirodes</i> spp.	32	0.15	1.99			nd	nd
<i>Citharichthys platophrys</i>	28	0.64	8.64			d	tr
<i>Symphurus callopterus</i>	28	0.34	4.59			d	tr
<i>Diplaphos proximus</i>	28	0.33	4.46			bp	ap
<i>Scorpaenodes xyris</i>	28	0.22	3.05			aa	str
<i>Coryphaena hippurus</i>	28	0.13	1.82			p	str
<i>Chiasmodon</i> Tipo II	24	0.16	2.21			nd	nd
<i>Cherublemma emmelas</i>	20	0.25	3.37			bd	ap
<i>Chromis</i> sp.	20	0.16	2.18			nd	nd
<i>Ophichthus zophochir</i>	16	0.08	1.06			d	str
CONGRIDAE Tipo I	16	0.07	0.93			nd	nd
<i>Symphurus</i> Tipo I	12	1.35	18.29			nd	nd
<i>Bentosema panamense</i>	12	0.45	6.17			mp	tr
<i>Paranthias</i> sp.	12	0.35	4.80			nd	nd
<i>Apogon atricaudus</i>	12	0.18	2.50			aa	tr
ELEOTRIDAE Tipo I	12	0.12	1.65		RARAS	nd	nd
<i>Halichoeres dispilus</i>	12	0.11	1.47			aa	tr
<i>Serranus</i> sp.	12	0.10	1.30			nd	nd
<i>Synodus lucioceps</i>	12	0.09	1.25			aa	str
BYTHITIDAE Tipo I	12	0.07	1.01			nd	nd
<i>Melamphaes</i> sp.	12	0.07	0.93			nd	nd
<i>Idiacanthus antrastomus</i>	12	0.05	0.70			bp	ap
<i>Euthynnus lineatus</i>	8	0.12	1.56			nd	tr
<i>Pontinus</i> sp.	8	0.07	0.94			nd	nd
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	8	0.04	0.59			nd	tr
<i>Heteroconger canabus</i>	8	0.04	0.49			d	tr
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i>	8	0.04	0.48			aa	tr
<i>Stegastes rectifraenum</i>	8	0.04	0.48			aa	str
<i>Bathycongrus macrurus</i>	8	0.03	0.46			bd	ap
<i>Scorpaena guttata</i>	8	0.03	0.46			d	tr
DERICHTHYDAE Tipo I	8	0.03	0.44			nd	nd
<i>Mugil cephalus</i>	8	0.03	0.42			bnp	str
<i>Symphurus pralatinaris</i>	8	0.03	0.38			d	tr
<i>Nezumia</i> sp.	8	0.02	0.30			nd	nd
<i>Sarda</i> sp.	4	0.25	3.35			nd	nd
<i>Psenes pellucidus</i>	4	0.05	0.68			bp	ap
<i>Symphurus williamsi</i>	4	0.04	0.53			d	tr
<i>Myrophis vafer</i>	4	0.02	0.25			d	str
<i>Caranx sexfasciatus</i>	4	0.02	0.24			aa	tr
<i>Cyclosetta panamensis</i>	4	0.02	0.24			d	tr
<i>Engraulis mordax</i>	4	0.02	0.24			n	str
<i>Heteroconger digueti</i>	4	0.02	0.23			bd	ap
<i>Symphurus elongatus</i>	4	0.02	0.22			d	tr
<i>Citharichthys gordae</i>	4	0.02	0.21			d	tr
CHAULIODONTIDAE	4	0.01	0.11			nd	nd
No. Taxones	68					d 24%	tr 34%
No. Estaciones	25					bp 19%	ap 22%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	20						str 15%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	1359						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	187						

**Tabla XIV** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Transición Corriente de California (marzo 2007) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE DEL ADULTO	AFINIDAD CLIMATICA DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	60.07	218.63	43		bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	100	15.98	58.15	22	DOMINANTES	mp	str
<i>Hygophum atratum</i>	100	9.64	35.08	19		bp	ap
<i>Myctophum aurolateratum</i>	62.5	3.62	13.16	4		bp	ap
<i>Bregmaceros</i> sp.	50	2.11	1.74			nd	nd
<i>Diaphus pacificus</i>	62.5	1.41	5.12	3	CONSTANTES	bp	ap
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	62.5	1.15	4.20			bp	ap
<i>Diplophos proximus</i>	37.5	0.58	2.12			bp	ap
<i>Scopelachoides nicholsi</i>	37.5	0.38	1.36			bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	25	1.13	4.13			nd	str
GOBIIDAE Tipo I	25	0.87	3.15			nd	nd
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	25	0.48	1.74			nc	str
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	25	0.35	1.28			bp	tr
<i>Oneirodes</i> spp.	25	0.35	1.28			nd	nd
<i>Xyrichthys mundiceps</i>	25	0.35	1.28		RARAS	d	tr
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	12.5	0.20	0.74			nd	tr
<i>Scorpaenodes xyris</i>	12.5	0.20	0.74			aa	str
CHAULIODONTIDAE	12.5	0.20	0.71			nd	nd
<i>Citharichthys gordae</i>	12.5	0.20	0.71			d	tr
<i>Myrophis vafer</i>	12.5	0.20	0.71			d	str
<i>Coryphaena hippurus</i>	12.5	0.19	0.71			p	str
<i>Bothus leopardinus</i>	12.5	0.19	0.68			d	tr
<i>Bathophilus filifer</i>	12.5	0.16	0.58			bp	ap
No. Taxones	23					bp 39%	ap 35%
No. Estaciones	8					d 17%	str 26%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	16						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	364						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	70						

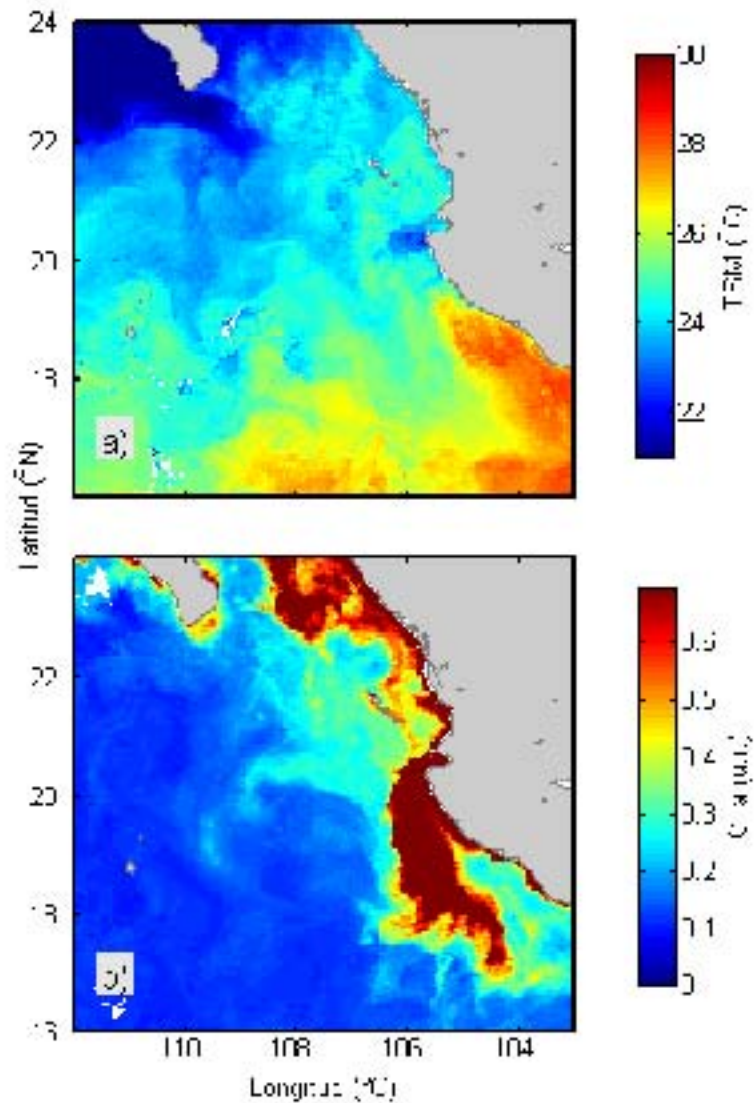
### ***Hábitats de larvas de peces y variables ambientales***

El HLPs *CO* se localizó en condiciones de temperatura intermedia y altos valores de pigmentos de clorofila (Fig. 20), se asocia a la procesos de circulación ciclónica, con bajos valores en la profundidad de la isopicna de 24.5 Kg m<sup>-3</sup> (Fig. 21a), alta biomasa de zooplancton, bajo oxígeno disuelto (Fig. 21b) y valores intermedios de temperatura y salinidad (Fig. 21c). En la grafica de masas de agua presentó condiciones intermedias de temperatura y salinidad (Fig. 22).

El HLPs *Tr* se presenta en una zona con elevada temperatura y bajos pigmentos de clorofila (Fig. 20), presenta los mayores valores de la profundidad de la isopicna de 24.5 Kg m<sup>-3</sup>, y elevada abundancia de larvas (Fig. 21a), baja biomasa de zooplancton y valores intermedios de oxígeno disuelto (Fig. 21b), temperatura y salinidad elevadas (Fig. 21c y Fig. 22).

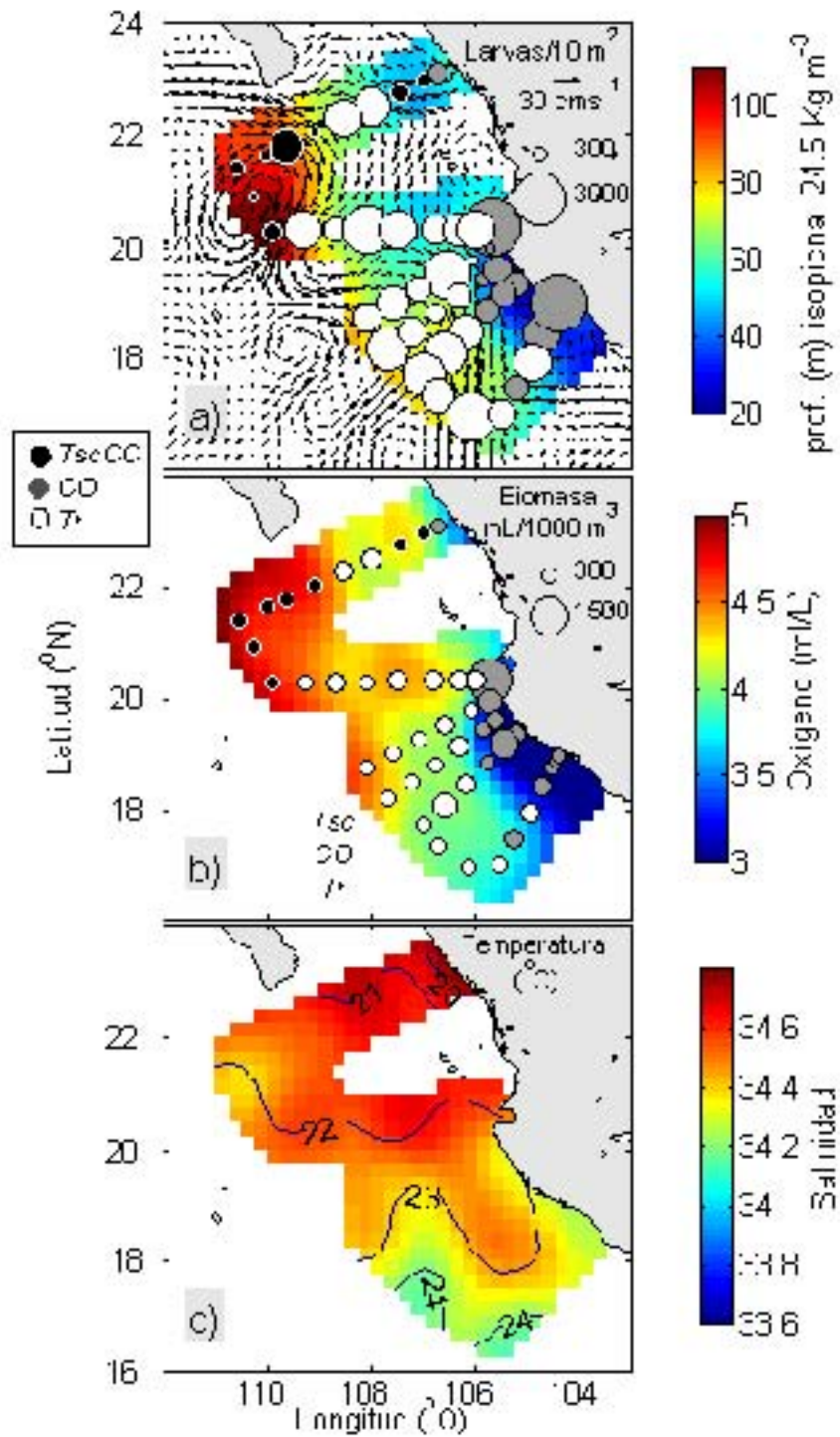
El HLPs *TscCC* se encuentra dentro de intervalos de baja temperatura y pigmentos de clorofila (Fig. 20), asociado a elevados valores en la profundidad de la isopicna de 24.5 Kg m<sup>-3</sup>,

un remolino con circulación anticiclónica, baja abundancia de larvas de peces (Fig. 21a), baja biomasa de zooplancton, oxígeno disuelto elevado (Fig. 21b) y una salinidad baja, con temperaturas bajas (Fig. 21c) relacionado con condiciones de agua de la Corriente de California (Fig. 22).

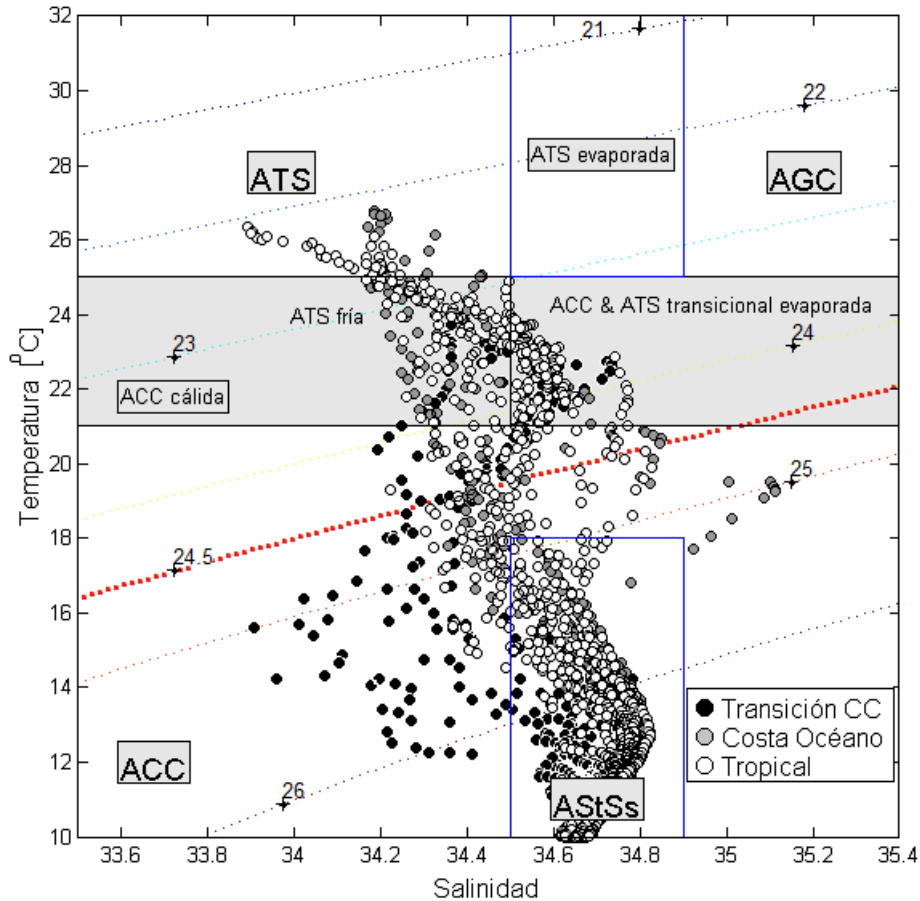


**Figura 20.** Imágenes de satélite AQUA-MODIS (resolución de 4 km x 4 km) a) de a) temperatura superficial del mar y b) pigmentos de clorofila durante marzo de 2007 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano





**Figura 21.** Distribución de los parámetros ambientales y habitats de larvas de peces a) anomalía del nivel del mar (AVISO-satélite) y profundidad de la isopícnica de 24.5 kg m<sup>-3</sup>, b) oxígeno disuelto y biomasa del zooplancton, c) salinidad y temperatura, correspondientes a marzo de 2007 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano. Hábitat Transición Corriente de California (TscCC), Costa-Océano (CO) y Tropical (Tr).



**Figura 22.** Diagrama ( $\theta$ , S) correspondiente a los datos de marzo de 2007. Agua tropical superficial (ATS), agua del Golfo de California (AGC), agua de la Corriente de California (ACC), agua subtropical subsuperficial (AStSs).

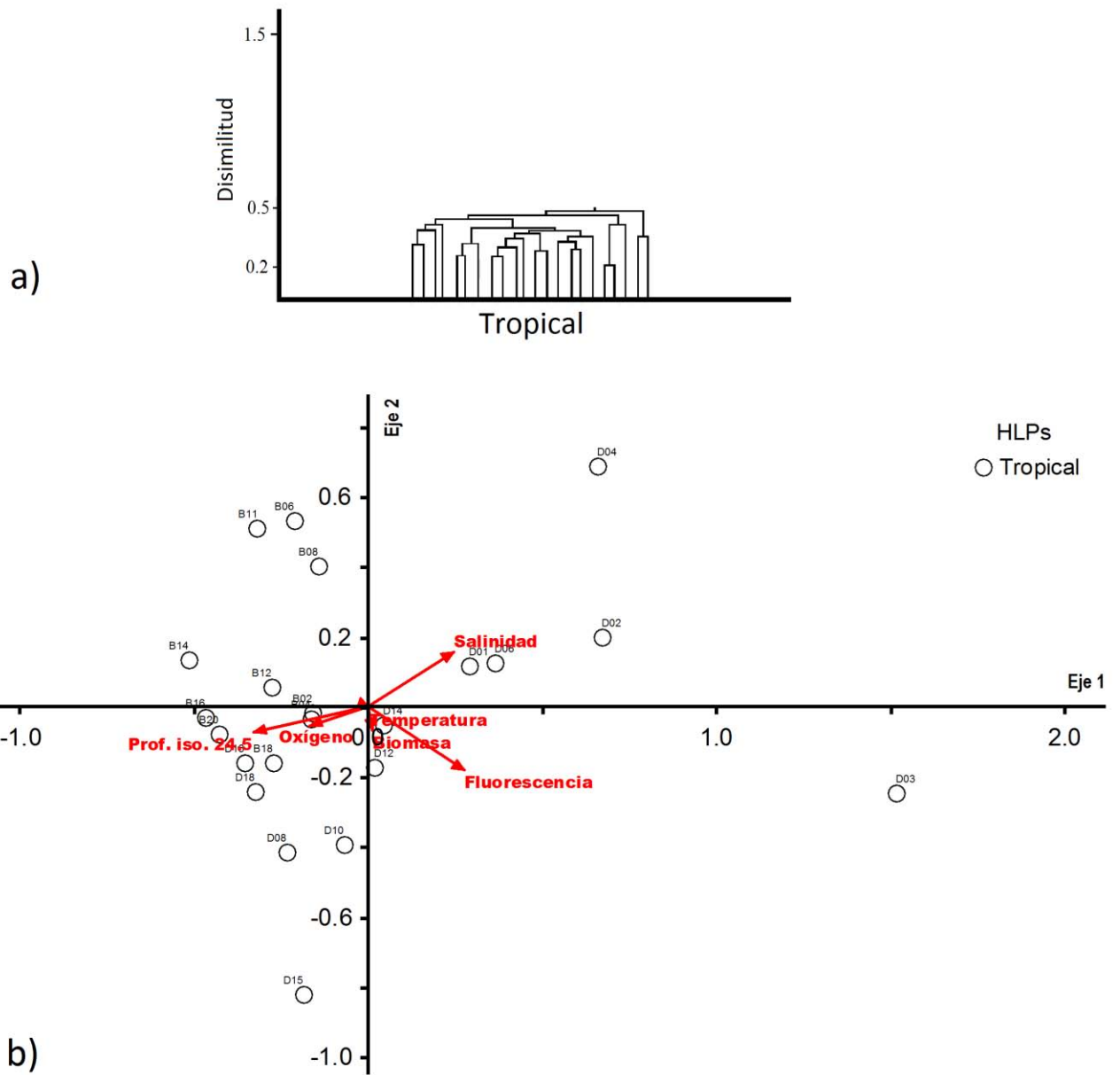
## NOVIEMBRE 2009

### Composición general

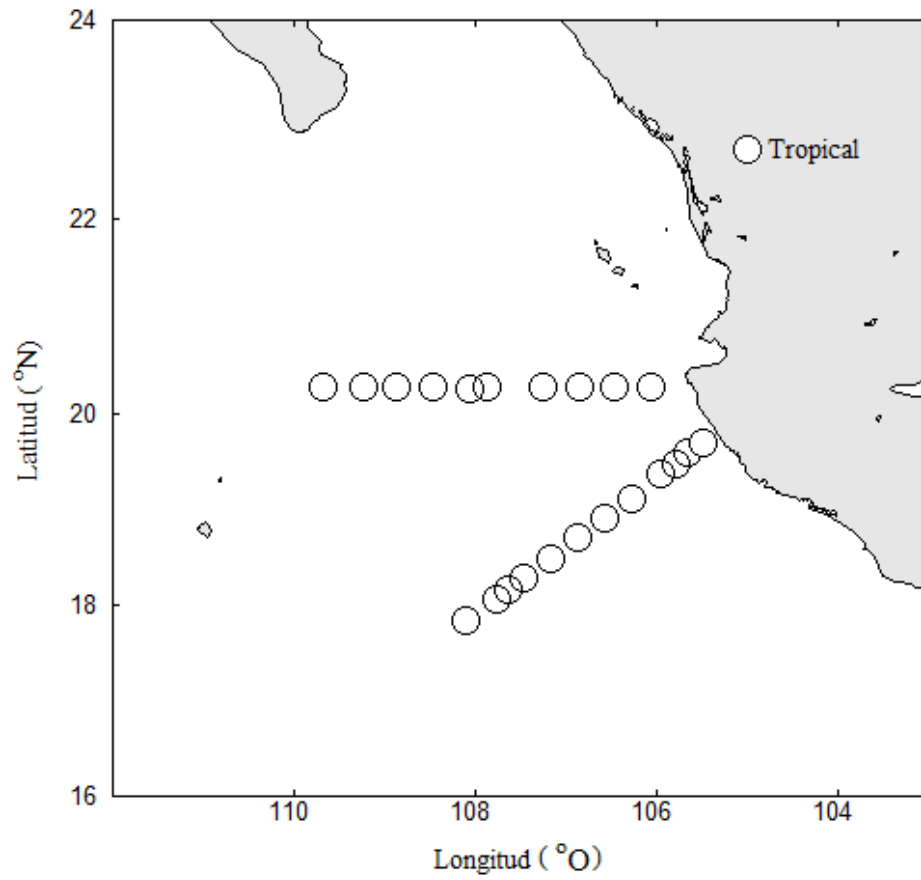
En noviembre de 2009 se identificaron un total de 1977 larvas correspondientes a 37 familias, 48 géneros, 46 especies y 17 morfotipos, los cuales se incluyen en un total de 73 taxones. La diversidad en este mes fue de 2.46 bits. Las familias con mayor número de taxones fueron Congridae con seis, Myctophidae y Eleotridae con cinco. Las especies que presentaron las mayores abundancias relativas fueron *V. lucetia* (35%), *B. bathymaster* (4%), *D. laternatus* (20%), *D. pacificus* (8%), *Auxis* (Tipo I) (2%), *Bathylagoides nigrigenys* (3%), *Bregmaceros* sp. (3%), *Dormitator latifrons* (2%) y *Xyrixhthys mundiceps* (2%).

### ***Hábitats de larvas de peces***

El índice de disimilitud de Bray-Curtis con un nivel de corte de 1 definió un HLPs denominado Tropical (*Tr*) (Fig. 23a) localizado al suroeste del área de estudio (Fig. 24). Estuvo relacionado positivamente con la profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$  y el oxígeno disuelto y negativamente con la salinidad y *FCI*  $\alpha$ , estuvo constituido por 22 estaciones de muestreo y 71 taxones (Tabla XV), las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *D. pacificus*, *Bregmaceros* sp., *B. nigrigenys*, *Auxis* sp. (Tipo I), *P. sio*, *C. pauciradiatus*, *Bathophilus filifer*, *X. mundiceps* y *B. bathymaster* y *D. latifrons*, con el SIMPER sobresalieron *V. lucetia* (25%), *D. laternatus* (18%) y *D. pacificus* (13%).



**Figura 23.** a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis y b) diagrama del ACC aplicado a las matrices de densidad de especies con las variables ambientales de noviembre de 2009 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



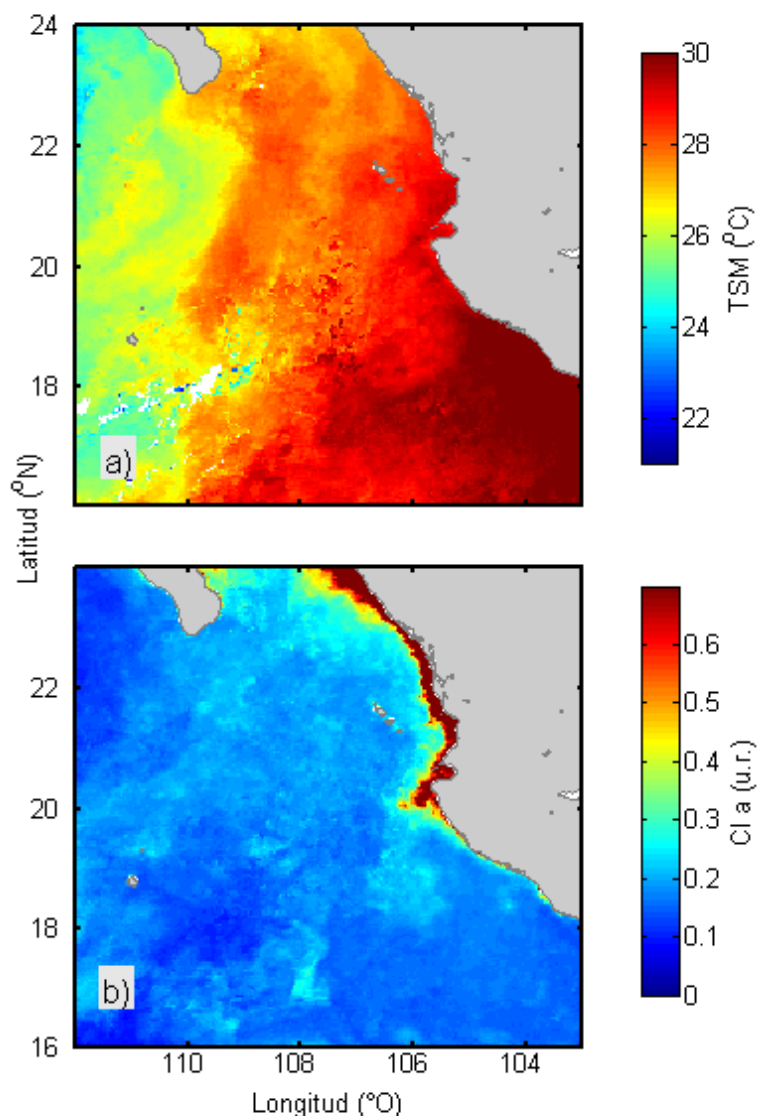
**Figura 24.** Distribución de los hábitats de larvas de peces en noviembre de 2009 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

**Tabla XV** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Tropical (noviembre 2009) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

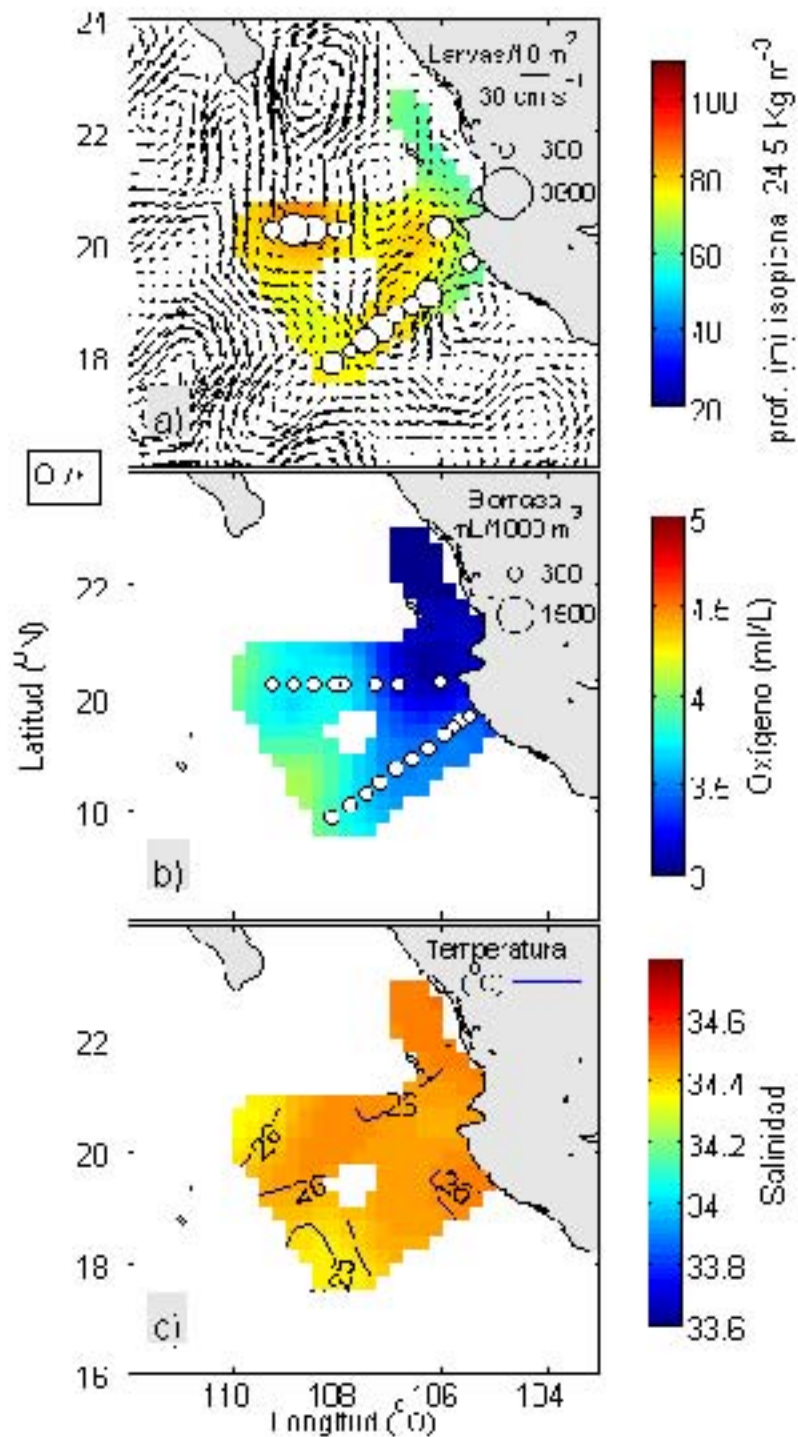
TAXONES	% FREC.	% ABUN. PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE		AFINIDAD CLIMÁTICA	
						DEL ADULTO	DEL ADULTO	DEL ADULTO	DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100.00	35.54	201.71	25			bp		ap
<i>Diogenichthys latematus</i>	95.45	20.45	116.05	18			mp		str
<i>Diaphus pacificus</i>	95.45	8.25	46.81	13			bp		ap
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	81.82	3.30	18.74	6			bp		ap
<i>Bregmaceros</i> sp.	81.82	3.22	18.30	7			nd		nd
<i>Auxis</i> sp. (Tipo I)	68.18	1.89	10.71	3			nd		nd
<i>Psenes sio</i>	68.18	1.76	9.97	4	DOMINANTES		bnp		tr
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	68.18	1.55	8.79	3			bp		ap
<i>Bathophilus filifer</i>	68.18	1.50	8.51	3			bp		ap
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	59.09	1.90	10.80	2			d		tr
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	50.00	4.31	24.46	2			nc		str
<i>Dormitator latifrons</i>	45.45	2.28	12.92				d		str
<i>Lestidiops neles</i>	54.55	1.36	7.70	2			nd		str
<i>Syacium ovale</i>	54.55	1.28	7.25	2			d		tr
<i>Symphurus williamsi</i>	40.91	1.17	6.62				bp		ap
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	40.91	1.03	5.84				bp		ap
<i>Dipllophos proximus</i>	36.36	0.88	4.97		CONSTANTES		bp		ap
<i>Scopelagadus bispinosus</i>	45.45	0.77	4.35				bp		ap
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	22.73	0.43	2.44				bp		ap
<i>Ctenogobius manglicola</i>	27.27	0.41	2.32				d		tr
<i>Myctophum auralatematum</i>	27.27	0.38	2.15				bp		ap
<i>Idiacanthus antrostomus</i>	22.73	0.34	1.94				bp		ap
<i>Halichoeres dispilus</i>	22.73	0.32	1.82				aa		str
<i>Bothus leopardinus</i>	13.64	0.38	2.14				d		tr
CONGRIDAE Tipo I	13.64	0.15	0.88				nd		nd
ELEOTRIDAE Tipo II	13.64	0.27	1.51				nd		nd
<i>Melamphaes lugubris</i>	13.64	0.15	0.85				bp		ap
<i>Myrophis vafer</i>	13.64	0.17	0.94				d		str
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	13.64	0.28	1.60				nd		tr
<i>Scorpaenodes xyris</i>	13.64	0.22	1.25				aa		str
ACANTHURIDAE	9.09	0.23	1.32				nd		nd
<i>Citharichthys platophrys</i>	9.09	0.09	0.52				nd		nd
<i>Coryphaena hippurus</i>	9.09	0.10	0.57				p		str
HAEMULIDAE	9.09	0.40	2.26				nd		nd
<i>Heteroconger digueti</i>	9.09	0.10	0.57				bd		ap
<i>Lutjanus peru</i>	9.09	0.25	1.42				aa		tr
<i>Mugil</i> sp.	9.09	0.21	1.18				nd		nd
<i>Ophichthys zophochir</i>	9.09	0.10	0.59				d		str
<i>Paranthias</i> sp.	9.09	0.10	0.57				nd		nd
SCIANIDAE	9.09	0.40	2.28				nd		nd
<i>Synodus luciiceps</i>	9.09	0.29	1.66				aa		str
<i>Abudefduf troschelii</i>	4.55	0.05	0.26				aa		tr
ANGULIFORME Tipo III	4.55	0.05	0.29				nd		nd
ANGULIFORME Tipo VI	4.55	0.05	0.29				nd		nd
<i>Antennarius avalonis</i>	4.55	0.05	0.31		RARAS		d		str
BALISTIDAE	4.55	0.05	0.26				d		str
<i>Bathycongrus macrurus</i>	4.55	0.05	0.28				bd		ap
CARANGIDAE	4.55	0.05	0.27				nd		nd
<i>Caranx sexfasciatus</i>	4.55	0.05	0.26				aa		tr
<i>Cherublemma emmelas</i>	4.55	0.05	0.28				bd		ap
CONGRIDAE Tipo IV	4.55	0.05	0.31				nd		nd
CONGRIDAE Tipo VI	4.55	0.05	0.31				nd		nd
CONGRIDAE Tipo X	4.55	0.05	0.28				nd		nd
<i>Ctenogobius sagitula</i>	4.55	0.16	0.92				d		str
ELEOTRIDAE Tipo I	4.55	0.05	0.26				nd		nd
<i>Elops affinis</i>	4.55	0.05	0.29				pn		str
<i>Fistularia corneta</i>	4.55	0.05	0.27				nd		tr
<i>Hygophum atratum</i>	4.55	0.05	0.26				bp		ap
<i>Lutjanus</i> Tipo I	4.55	0.05	0.31				nd		nd
<i>Melamphaes</i> sp.	4.55	0.05	0.31				nd		nd
<i>Myripristis leiognathos</i>	4.55	0.05	0.29				aa		tr
<i>Opichthys triseriatis</i>	4.55	0.05	0.26				d		str
PARALICHTHYIDAE Tipo I	4.55	0.05	0.31				nd		nd
<i>Polydactylus approximans</i>	4.55	0.05	0.31				d		str
POMACENTRIDAE (Tipo I)	4.55	0.05	0.31				nd		nd
<i>Pontinus</i> sp.	4.55	0.05	0.29				nd		nd
<i>Serranus</i> sp.	4.55	0.10	0.58				nd		nd
<i>Stegastes rectifraenum</i>	4.55	0.10	0.58				aa		str
<i>Symphurus prolatinaris</i>	4.55	0.12	0.70				d		tr
<i>Synodus evermanni</i>	4.55	0.05	0.28				d		tm
TRACHIPTERIDAE	4.55	0.05	0.26				nd		nd
No. Taxones	71						bp 20%		ap 24%
No. Estaciones	22						d 20%		tr 17%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	8								
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	568								
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	89								

### *Hábitats de larvas de peces y variables ambientales*

En particular para este periodo de muestreo predominaron las condiciones cálidas y de bajos pigmentos de clorofila (Fig. 25), también una circulación de tipo anticiclónica con elevados valores en las profundidad de la isopícnica de  $24.5 \text{ Kg m}^{-3}$  (Fig. 26a), baja biomasa del zooplancton y bajo oxígeno disuelto (Fig. 26b) así como elevada salinidad y temperatura (Fig. 26c), en las masas de agua predominaron las condiciones tropicales (Fig. 27).

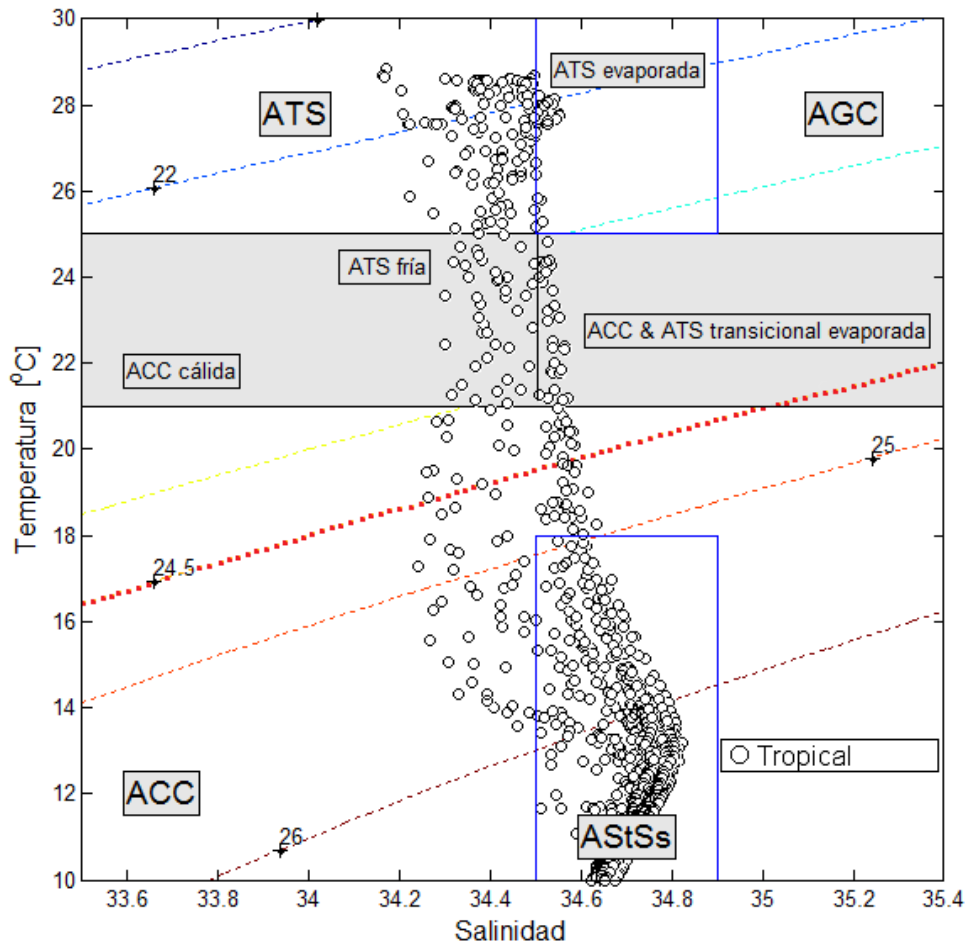


**Figura 25.** Imágenes de satélite AQUA-MODIS (resolución de  $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$ ) de a) temperatura superficial del mar y b) pigmentos de clorofila durante noviembre de 2009 en en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



**Figura 26.** Distribución de los parámetros ambientales y hábitats de larvas de peces a) anomalía del nivel del mar (AVISO-satélite) y profundidad de la isopícnica de 24.5 kg m<sup>-3</sup>, b) oxígeno disuelto y biomasa del zooplancton, c) salinidad y temperatura, correspondientes a noviembre de 2009 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano. Hábitat Tropical (*Tr*).





**Figura 27.** Diagrama ( $\theta$ , S) correspondiente a los datos de noviembre de 2009. Agua tropical superficial (ATS), agua del Golfo de California (AGC), agua de la Corriente de California (ACC), agua subtropical subsuperficial (AStSs).

## ***FEBRERO 2010***

### ***Composición general***

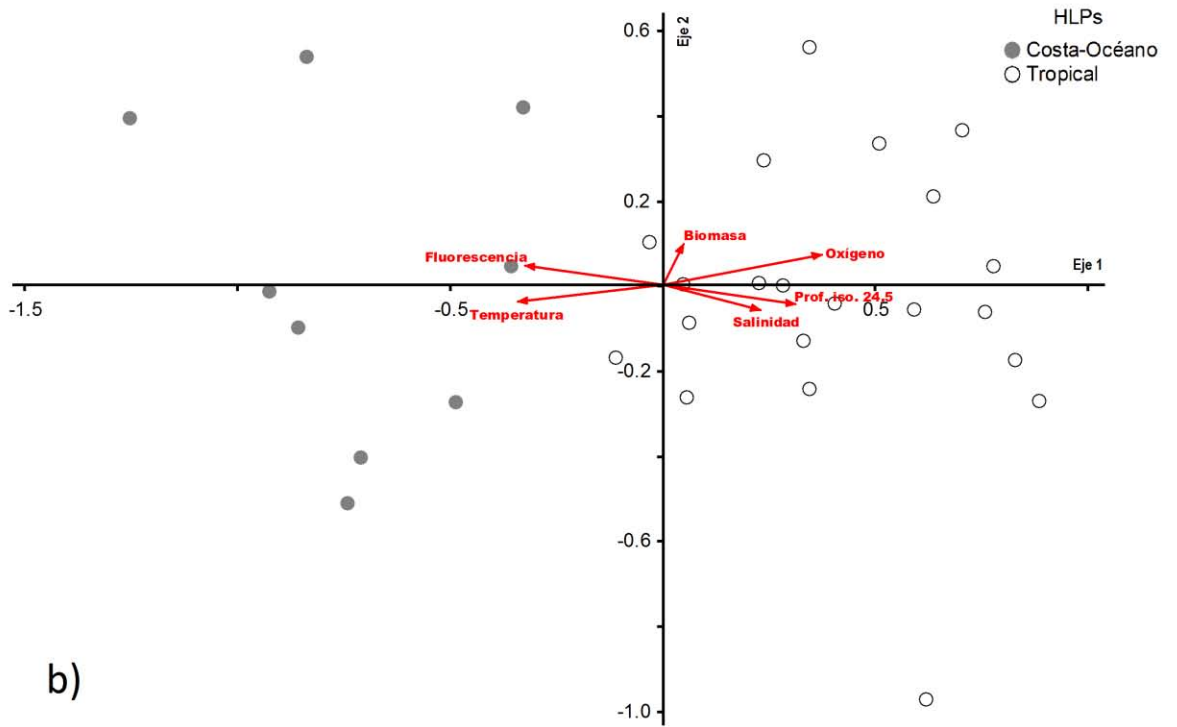
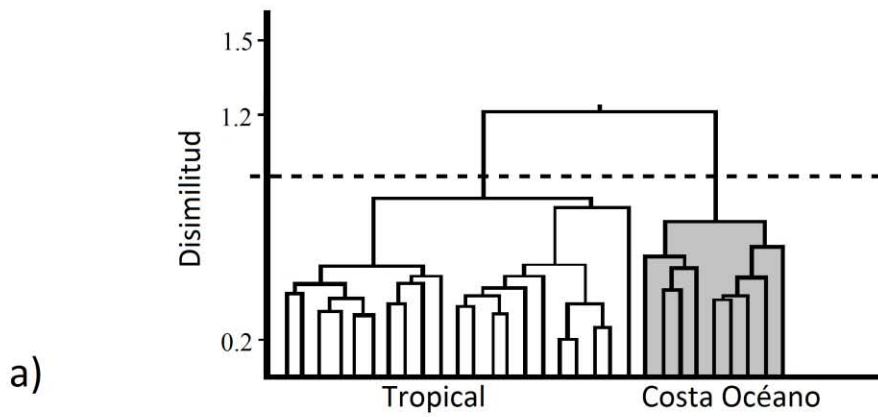
En febrero de 2010 se identificaron un total de 6217 larvas correspondientes a 51 familias, 82 géneros, 81 especies y 17 morfotipos, los cuales se incluyen en un total de 112 taxones. En este mes se presentó la mayor diversidad con respecto a los otros meses con un valor de 2.6 bits. Las familias con más taxones representados fueron Myctophidae con diez, Congridae, Carangidae y Cynoglossidae con siete y Serranidae cinco. Las especies con mayores abundancias relativas fueron *V. lucetia* (27%) *D. laternatus* (19%) *B. bathymaster* (19%), *D. pacificus* (5%), *Myctophum aurolaternatum* (3%), *Auxis* (Tipo I) (3%), *Psenes sio* (2%), *Bathylagoides nigrigenys* (2%), *Bregmaceros* sp. (2%) e *Hygophum atratum* (2%).

### ***Hábitats de larvas de peces***

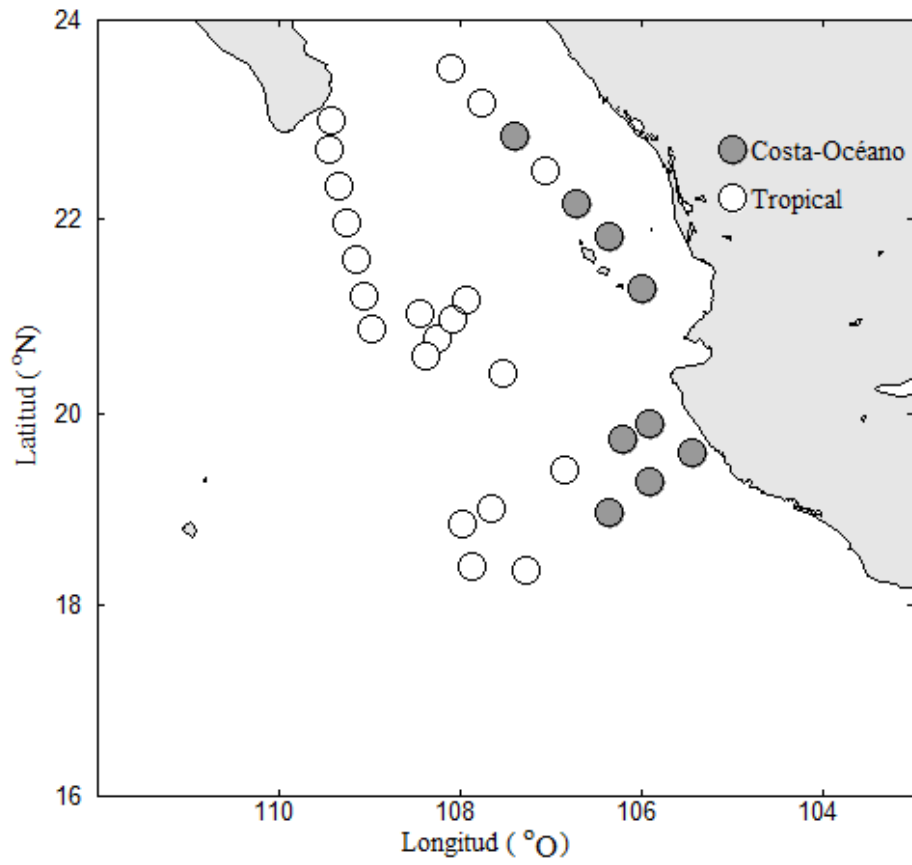
El índice de disimilitud de Bray-Curtis con un corte en el nivel del 1 definió dos hábitats de larvas que fueron denominados como: Costa-Océano (*CO*) y Tropical (*Tr*) (Fig. 28a). Estos hábitats fueron significativamente diferentes entre sí (ANOSIM:  $R= 0.83$ ), sus tendencias en los gradientes ambientales se observaron con el ACC (Fig. 28b) en donde el eje uno se relacionó con el oxígeno (0.67) y el eje dos con la biomasa del zooplancton (0.30) con una  $R^2$  entre ambos ejes de 0.50.

El hábitat *CO* (Tabla XVI) se relacionó positivamente con la temperatura y *FCl a*, y negativamente el oxígeno, la profundidad de la isopícnica de  $24.5 \text{ Kg m}^{-3}$ , la salinidad y la biomasa, estuvo conformado por 62 taxones y nueve estaciones. Las especies dominantes fueron: *B. bathymaster*, *V. lucetia*, y *Auxis* spp. (Tipo I), *D. laternatus*, *Cherublemma emmelas*, *P. sio* y *D. pacificus*, (Tabla XVI). Los mayores valores del SIMPER los tuvieron *B. bathymaster* (33%) y *V. lucetia* (12%)

El hábitat *Tr* se correlacionó positivamente con el oxígeno, la isopícnica de  $24.5 \text{ Kg m}^{-3}$ , salinidad y biomasa, estuvo constituido por 21 estaciones de muestreo y 62 taxones, las especies dominantes fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus*, *B. bathymaster*, *D. pacificus*, *M. aurolaternatum*, *B. nigrigenys* y *Bregmaceros* sp., (Tabla XVII). Con el SIMPER destacaron *V. lucetia* (28%) y *D. laternatus* (19%).



**Figura 28.-** a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray Curtis y b) diagrama del ACC aplicado a las matrices de densidad de especies con las variables ambientales de febrero de 2010 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.



**Figura 29.** Distribución de los hábitats de larvas de peces en febrero de 2010 en la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano

**Tabla XVI.** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Costa-Océano (febrero 2010) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE DEL ADULTO	AFINIDAD CLIMÁTICA DEL ADULTO
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	100.00	44.15	429.55	33		nc	str
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100.00	11.42	111.08	12		bp	ap
<i>Diogeniichthys laternatus</i>	88.89	7.78	75.69	9		mp	str
<i>Auxis</i> sp. (Tipo I)	100.00	6.68	65.01	9	DOMINANTES	nd	nd
<i>Cherublemma emmelas</i>	88.89	3.09	30.05	5		bd	ap
<i>Psenes sio</i>	77.78	2.95	28.68	3		bnp	tr
<i>Diaphus pacificus</i>	77.78	2.23	21.74	3		bp	ap
<i>Symphurus williamsi</i>	66.67	1.44	13.99	2		d	tr
<i>Dormitator latifrons</i>	77.78	1.39	13.51	3		d	str
SCIANIDAE Tipo I	88.89	1.04	10.13	4		nd	nd
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	88.89	0.93	9.08	3		d	tr
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	55.56	0.93	9.07	1		bp	ap
<i>Ctenogobius manglicola</i>	55.56	0.79	7.70			d	tr
GOBIIDAE Tipo II	44.44	0.76	7.40		CONSTANTES	nd	nd
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	44.44	0.69	6.67			bp	ap
<i>Citharichthys platophrys</i>	44.44	0.57	5.54			d	tr
<i>Bregmaceros</i> sp.	55.56	0.41	4.02	1		nd	nd
<i>Lestidiops neles</i>	44.44	0.37	3.61			nd	str
<i>Synodus luciiceps</i>	55.56	0.37	3.60	1		aa	str
<i>Serranus</i> sp.	44.44	0.37	3.56			nd	nd
<i>Paranthias</i> sp.	55.56	0.31	3.02	1		nd	nd
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	44.44	0.25	2.42			bp	ap
<i>Ophichthus zopochir</i>	55.56	0.22	2.16			d	str
<i>Caranx sexfasciatus</i>	33.33	0.45	4.37			aa	tr
<i>Cyclosetta panamensis</i>	33.33	0.46	4.49			d	tr
<i>Halichoeres dispilus</i>	33.33	0.28	2.76			aa	tr
<i>Heteroconger canabus</i>	33.33	0.23	2.23			d	tr
<i>Mugil</i> sp.	33.33	0.71	6.95			nd	nd
<i>Myctophum aurolateratum</i>	33.33	0.38	3.73			bp	ap
<i>Scorpaenodes xyris</i>	33.33	0.15	1.50			aa	str
<i>Syacium ovale</i>	33.33	0.46	4.45			d	tr
<i>Anchoa</i> sp.	22.22	0.58	5.65			nd	nd
<i>Bathophilus filifer</i>	22.22	0.38	3.70			bp	ap
<i>Bothus leopardinus</i>	22.22	0.06	0.55			d	tr
<i>Caranx caballus</i>	22.22	0.06	0.55			pn	str
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	22.22	0.23	2.23			bnp	str
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	22.22	0.14	1.33			bp	tr
<i>Engraulis mordax</i>	22.22	0.11	1.09			n	str
<i>Etropus crossotus</i>	22.22	0.18	1.78			d	str
<i>Eucinostomus gracilis</i>	22.22	0.53	5.12			d	str
<i>Heteroconger digueti</i>	22.22	0.05	0.50		RARAS	bd	ap
<i>Hygophum atratum</i>	22.22	0.61	5.98			bp	ap
Mullidae	22.22	0.19	1.80			nd	nd
<i>Polydactylus aproximans</i>	22.22	0.21	2.06			d	str
<i>Rhynchoconger nitens</i>	22.22	0.07	0.68			d	tr
<i>Sardinops sagax</i>	22.22	1.57	15.28			p	str
<i>Selene peruviana</i>	22.22	0.48	4.66			bnp	str
<i>Serranus</i> sp. (Tipo II)	22.22	0.32	3.12			nd	nd
<i>Stegastes rectifraenum</i>	22.22	0.09	0.90			aa	str
<i>Symphurus chabanaudi</i>	22.22	0.30	2.88			d	tr
<i>Bathycongrus macrurus</i>	11.11	0.04	0.43			bd	ap
<i>Chiasmodon</i> sp.	11.11	0.01	0.07			nd	nd
<i>Coryphaena hippurus</i>	11.11	0.20	1.99			p	str
ELEOTRIDAE Tipo II	11.11	0.14	1.33			nd	nd
<i>Gobulus crescentalis</i>	11.11	0.05	0.48			d	str
<i>Idiacanthus antrastomus</i>	11.11	0.09	0.85			bp	ap
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	11.11	0.02	0.21			bp	ap
<i>Nezumia</i> sp.	11.11	0.05	0.44			nd	nd
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	11.11	0.07	0.66			nd	tr
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	11.11	0.05	0.44			d	str
<i>Symphurus callopterus</i>	11.11	0.82	7.96			d	tr
<i>Haemulon californiensis</i>	11.11	0.04	0.43			d	str
No. Taxones	62					d 31%	str 32%
No. Estaciones	9					bp 18%	tr 26%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	13						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	973						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	151						

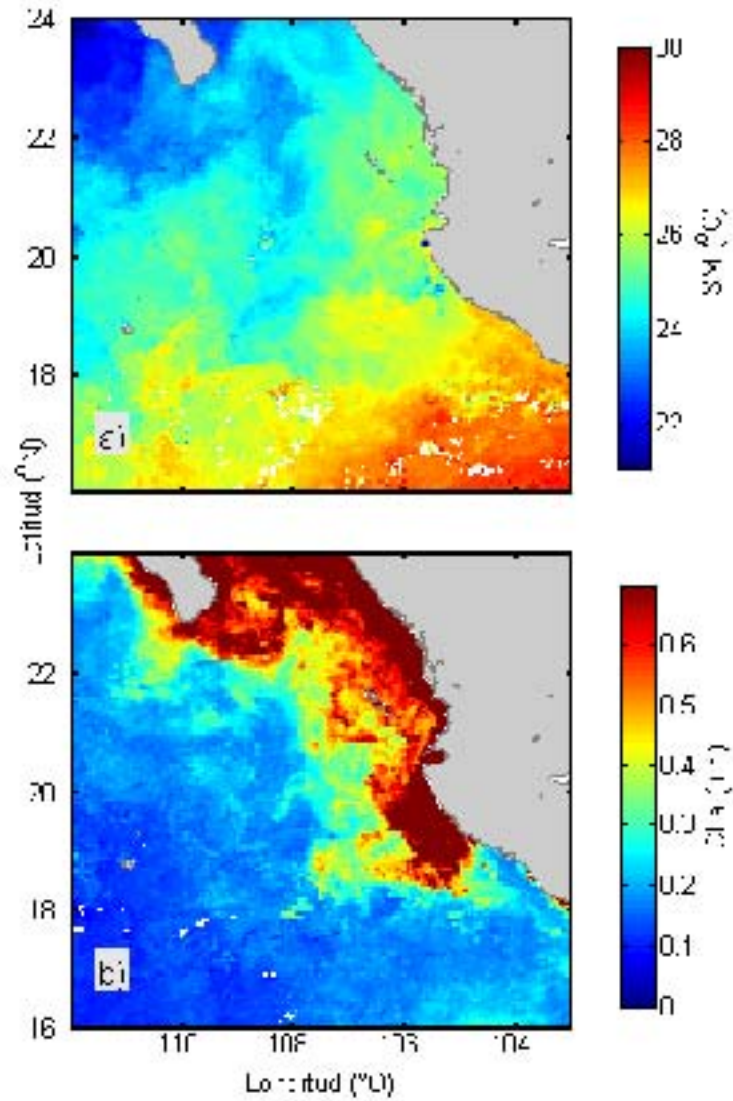
**Tabla XVII** Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey en el hábitat Tropical (febrero 2010) y porcentaje de contribución referente al análisis SIMPER. Ambiente del adulto: pelágico nerítico (pn), mesopelágico (mp), demersal (d), batipelágico (bp), batidemersal (bd), bentopelágico (bnp), asociado a arrecife (aa). Afinidad climática del adulto: aguas profundas (ap), tropical (tr), subtropical (str), no determinado (nd).

TAXONES	% FREC	% ABUN.PROM.	PROMEDIO	% SIMPER	JERARQUIA	AMBIENTE DEL ADULTO	AFINIDAD CLIMÁTICA DEL ADULTO
<i>Vinciguerria lucetia</i>	100	35.05	281.46	28		bp	ap
<i>Diogenichthys laternatus</i>	100	24.80	199.13	18		mp	str
<i>Myctophum aurolateratum</i>	100	4.53	36.39	9		bp	ap
<i>Diaphus pacificus</i>	95.24	7.18	57.69	9		bp	ap
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	61.90	5.48	44.02	2	DOMINANTES	nc	str
<i>Bregmaceros sp.</i>	95.24	2.42	19.46	5		nd	nd
<i>Hygophum atratum</i>	57.14	2.30	18.44			bp	ap
<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	76.19	2.24	17.95	4		bp	ap
<i>Lestidiops neles</i>	85.71	1.75	14.03	4		nd	str
<i>Psenes sio</i>	80.95	1.37	10.98	3		bnp	tr
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	71.43	1.23	9.88	3		bp	ap
<i>Bathophilus filifer</i>	76.19	1.12	8.97	3		bp	ap
<i>Diplophos proximus</i>	66.67	1.09	8.71	2		bp	ap
<i>Ctenogobius manglicola</i>	33.33	0.97	7.77			d	tr
<i>Auxis sp. (Tipo I)</i>	38.10	0.94	7.57			nd	nd
<i>Dormitator latifrons</i>	42.86	0.90	7.20		CONSTANTES	d	str
<i>Chiasmodon sp.</i>	38.10	0.74	5.94			nd	nd
<i>Symphurus williamsi</i>	47.62	0.65	5.24			bp	ap
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	52.38	0.42	3.38			bp	ap
<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	38.10	0.40	3.19			bp	ap
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	38.10	0.32	2.54			bp	ap
<i>Bothus leopardinus</i>	38.10	0.29	2.30			d	tr
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	33.33	0.24	1.90			nd	tr
<i>Cherublemma emmelas</i>	23.81	0.30	2.42			bd	ap
<i>Syacium ovale</i>	14.29	0.23	1.85			d	tr
<i>Xyrichtys mundiceps</i>	23.81	0.21	1.69			d	tr
<i>Ophichthus zophochir</i>	23.81	0.17	1.38			d	str
<i>Scorpaenodes xyris</i>	19.05	0.17	1.35			aa	str
<i>Sardinops sagax</i>	9.52	0.15	1.19			p	str
<i>Coryphaena hippurus</i>	23.81	0.14	1.14			p	str
<i>Cyclosetta panamensis</i>	14.29	0.14	1.11			d	tr
<i>Heteroconger canabus</i>	9.52	0.13	1.07			bd	ap
<i>Oneirodes spp.</i>	23.81	0.13	1.02			nd	nd
<i>Ctenogobius sagitula</i>	23.81	0.13	1.01			d	str
<i>Nannobranchium idostigma</i>	14.29	0.12	0.96			bp	ap
<i>Serranus sp.</i>	9.52	0.12	0.95			nd	nd
<i>Aulopus bajacali</i>	14.29	0.12	0.92			d	str
<i>Bathycongrus macrurus</i>	14.29	0.10	0.80			bp	ap
CONGRIDAE Tipo I	14.29	0.09	0.75			nd	nd
<i>Gonichthys tenuiculus</i>	14.29	0.09	0.73		RARAS	mp	nd
<i>Tactostoma macropus</i>	14.29	0.08	0.67			bp	ap
<i>Synodus lucioceps</i>	9.52	0.08	0.66			aa	str
<i>Idiacanthus antrostomus</i>	14.29	0.08	0.65			bp	ap
<i>Mugil sp.</i>	14.29	0.08	0.62			nd	nd
<i>Symphurus callapterus</i>	4.76	0.07	0.57			d	tr
<i>Lestidiops ringes</i>	9.52	0.07	0.55			nd	tr
<i>Melamphaes lugubris</i>	9.52	0.06	0.49			bp	ap
<i>Symphurus Tipo V</i>	9.52	0.05	0.43			nd	nd
<i>Rhynchoconger nitens</i>	4.76	0.05	0.42			d	tr
ELEOTRIDAE Tipo II	4.76	0.05	0.42			nd	nd
<i>Heteroconger digueti</i>	9.52	0.05	0.41			mp	str
<i>Triphoturus mexicanus</i>	9.52	0.05	0.41			aa	tr
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	9.52	0.05	0.37			aa	tr
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	4.76	0.03	0.25			d	tr
<i>Symphurus chabanaudi</i>	4.76	0.03	0.25			d	tr
GOBIIDAE Tipo II	4.76	0.03	0.24			nd	nd
<i>Halichoeres dispilus</i>	4.76	0.03	0.24			aa	tr
<i>Eucinostomus gracilis</i>	4.76	0.03	0.21			d	str
<i>Nezumia sp.</i>	4.76	0.03	0.21			nd	nd
<i>Gobulus crescentalis</i>	4.76	0.02	0.18			d	str
SCIANIDAE	4.76	0.02	0.16			nd	nd
<i>Xenistius californiensis</i>	4.76	0.02	0.16			d	tr
No. Taxones	62					bp 27%	ap 31%
No. Estaciones	21					d 26%	tr 26%
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por taxón	13						
Abundancia de larvas/10 m <sup>2</sup> por estación	803						
Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m <sup>3</sup> ]	177						

### ***Hábitats de larvas de peces y ambiente***

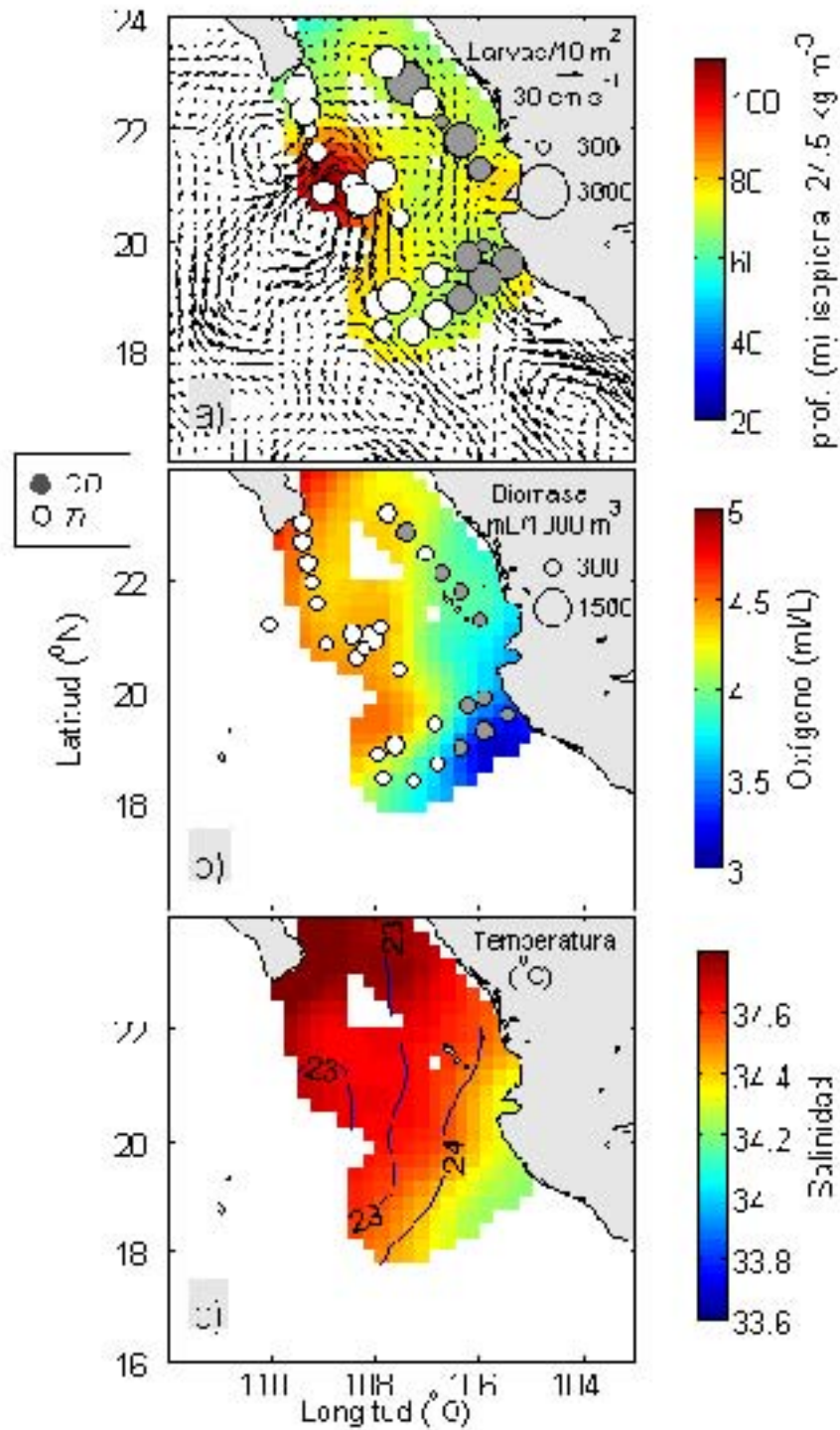
El HLPs *CO* presentó valores intermedios de temperatura y altos de pigmentos de clorofila (Fig. 30), se asoció a los menores valores de la profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ Kg m}^{-3}$ , circulación ciclónica. (Fig. 31a), baja biomasa y oxígeno disuelto (Fig. 31b), alta temperatura y salinidad (Fig. 31c).

El HLPs *Tr* se encuentra en la región con temperaturas intermedias y bajos valores de pigmentos de clorofila (Fig. 30), altos valores en la profundidad de la isopicna de  $24.5 \text{ Kg m}^{-3}$  y circulación anticiclónica (Fig. 31a), baja biomasa del zooplancton y elevado oxígeno disuelto (Fig. 31b), temperatura y salinidad elevadas (Fig. 31c), en las masas de agua se observa que este HLPs presenta una mayor variación en sus valores de temperatura y salinidad comparado con el HLPs *CO* (Fig. 32).

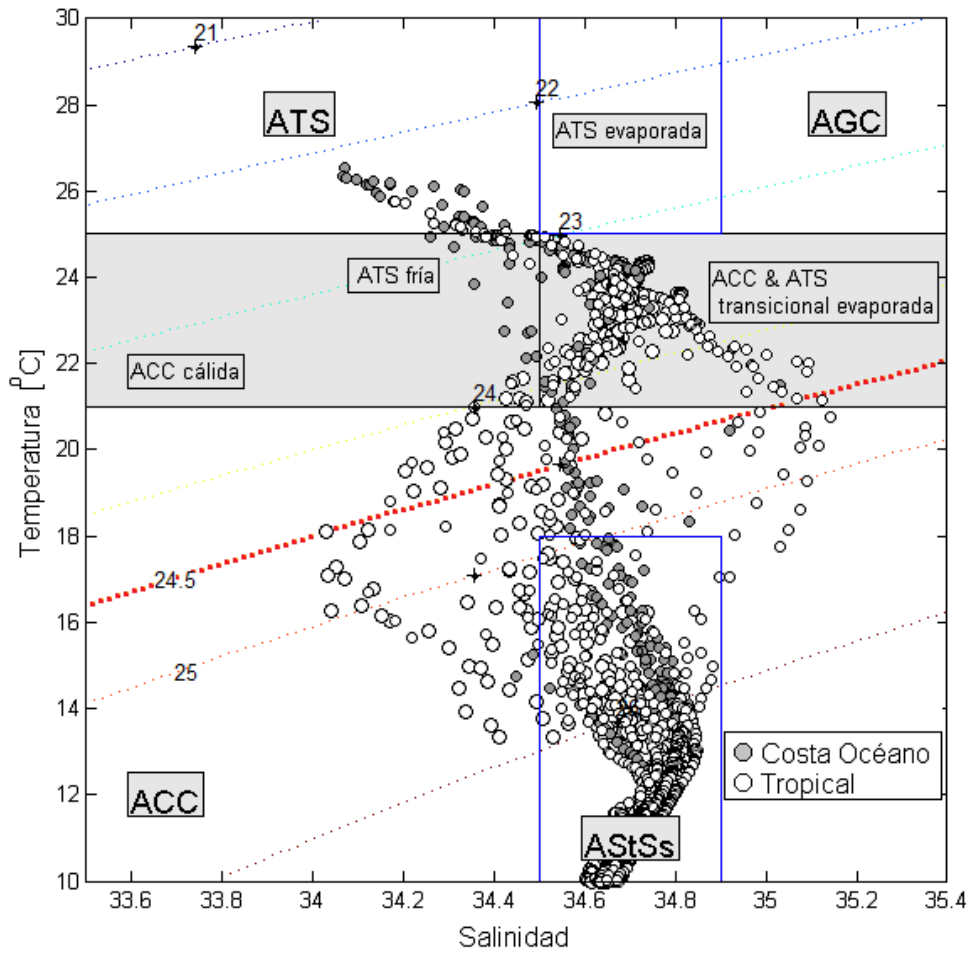


**Figura 30.** Imágenes de satélite AQUA-MODIS (resolución de 4 km x 4 km) a) de a) temperatura superficial del mar y b) pigmentos de clorofila durante febrero de 2010 en en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano





**Figura 31.** Distribución de los parámetros ambientales y habitats de larvas de peces a) anomalía del nivel del mar (AVISO-satélite) y profundidad de la isopícnica de  $24.5 \text{ kg m}^{-3}$ , b) oxígeno disuelto y biomasa del zooplancton, c) salinidad y temperatura, correspondientes a febrero de 2010 en la Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano. Hábitat Costa-Océano (CO) y Tropical (Tr).

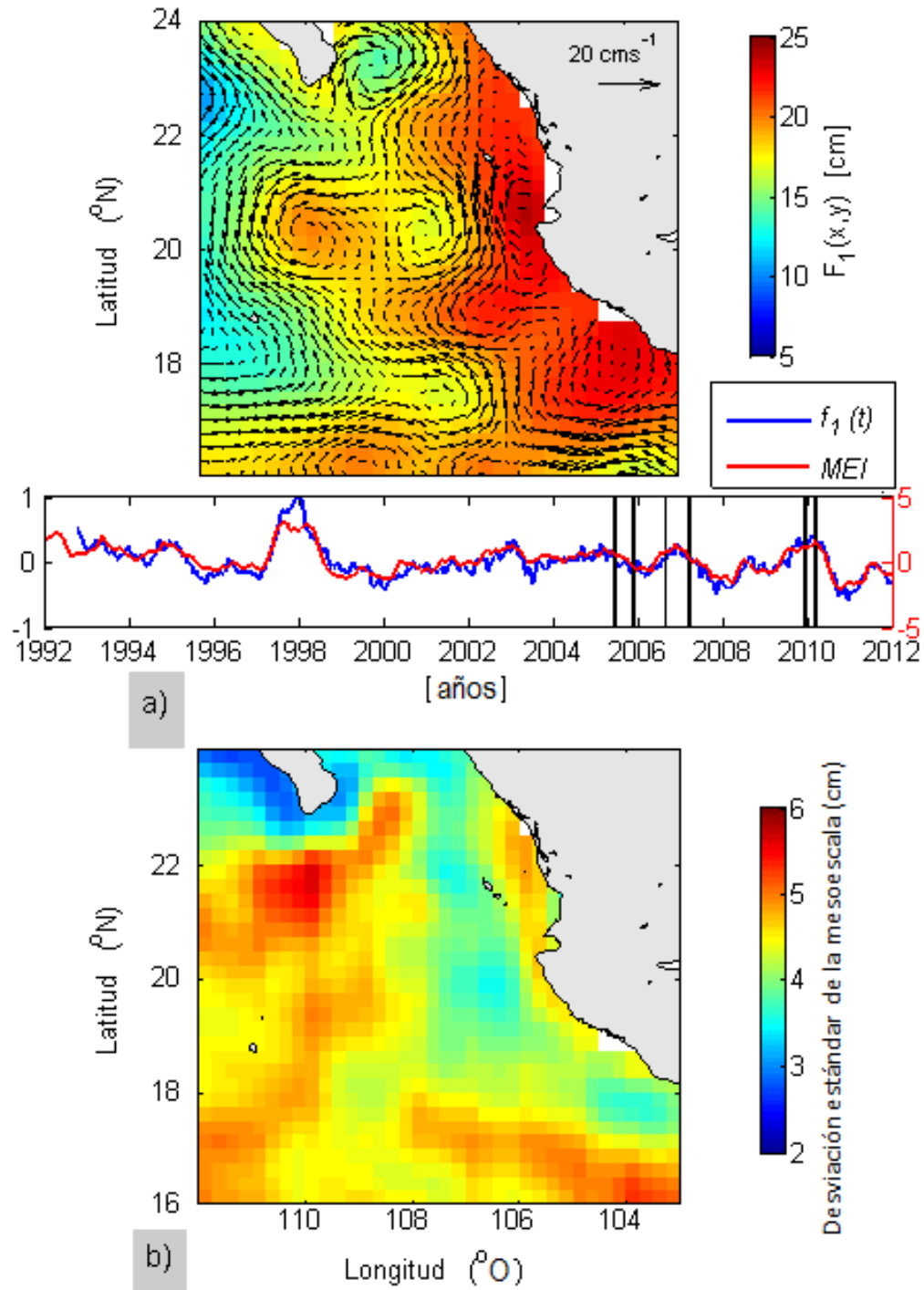


**Figura 32.** Diagrama ( $\theta$ ,  $S$ ) correspondiente a los datos de febrero de 2010. Agua tropical superficial (ATS), agua del Golfo de California (AGC), agua de la Corriente de California (ACC), agua subtropical subsuperficial (AStSs).

## ***Escalas temporales en los hábitats de larvas de peces***

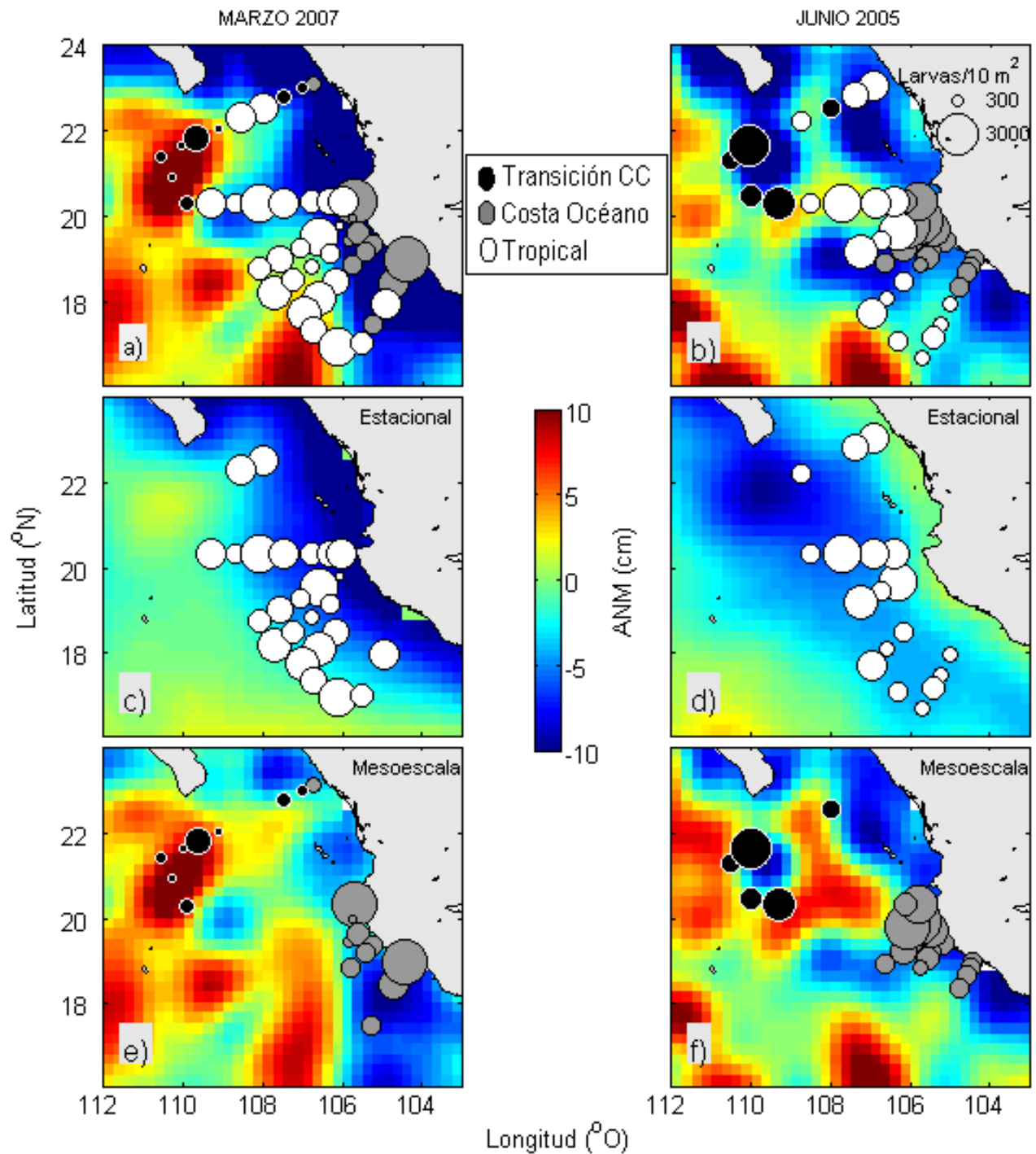
### ***Descomposición de la Anomalía del Nivel del Mar***

Para la región de TTSTPM la ANM puede descomponerse en tres FEOs que son la mesoescala, la escala estacional e interanual como lo menciona Godínez *et al.* (2010). Al hacer esta descomposición, el primer resultado corresponde a los armónicos de la escala estacional (que se pueden encontrar en Godínez *et al.*, 2010), la segunda parte de la descomposición corresponde a la variabilidad interanual (Fig. 33a, panel superior) y su serie de tiempo (Fig. 33 panel inferior, línea azul) y que corresponden al primer FEO. Durante fuertes eventos interanuales, como El Niño de 1997-1998, se presenta un patrón general de circulación anticiclónica, por otro lado durante eventos fuertes de La Niña a finales de 2011 y principios de 2012, el patrón de circulación es ciclónico en toda la zona. Al comparar la serie de tiempo del primer FEO con la serie del tiempo del MEI se puede encontrar la interpretación de este FEO como una representación de la interanualidad en la región. El índice MEI es un índice climático que refleja los eventos interanuales en la zona ecuatorial. El resto de los FEOs, desde el segundo hasta el último representan principalmente la mesoescala la cual consiste principalmente de los remolinos ciclónicos y anticiclónicos que se generan sobre la costa y se propaga hacia el océano abierto. La zona costera de Cabo Corrientes y hacia el sur de Cabo San Lucas, se presentan las zonas más prolíficas en remolinos en la TTSTPM (Fig. 33b).



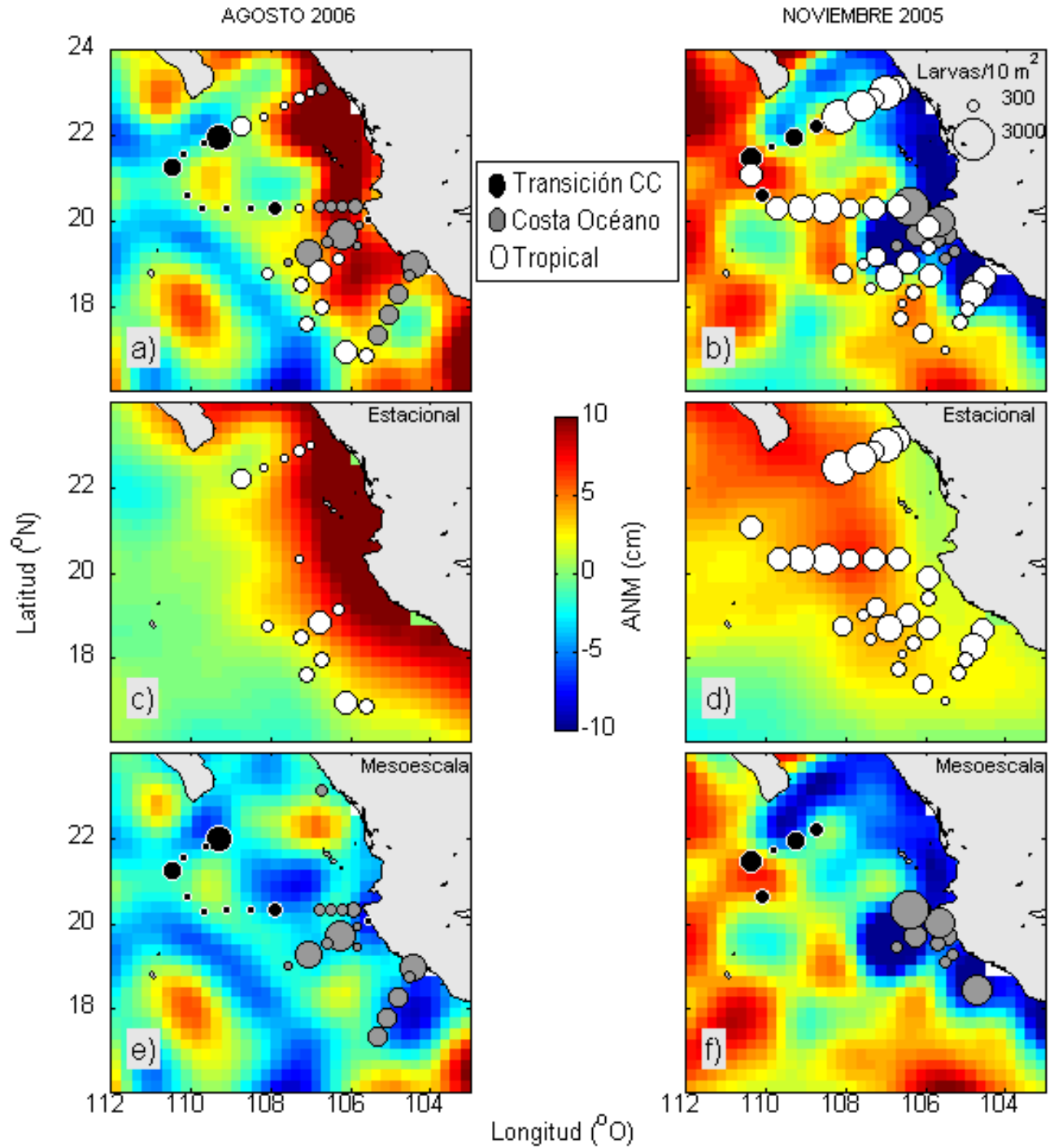
**Fig. 33.** a) Primer modo de la función empírica ortogonal referenciada a la anomalía del nivel del mar, en el panel superior y en el panel inferior la serie de tiempo correspondiente a la primer función y el Índice El Niño MEI. b) Representación de la desviación estándar relativa a mesoescala para la región de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano.

El uso de la descomposición de la ANM nos permite asociar la variación en la distribución del HLP  $T_r$ , que durante el período frío en la región de estudio (de enero a junio) presenta un forzamiento de circulación ciclónica en toda la zona (Fig. 34c y 34d). La variabilidad de mesoescala se compone principalmente de los remolinos, que parecen encerrar el HLPs  $T_{scCC}$  hacia el sur de Cabo San Lucas en un remolino anticiclónico en marzo de 2007 y en un remolino ciclónico en junio de 2005. El hábitat  $CO$  en marzo de 2007 y junio de 2005 (Fig. 34e y 34f) se encuentra en la zona costera de Cabo Corrientes, donde se agrupan varios remolinos ciclónicos a lo largo de la costa.



**Figura 34.** Anomalia del Nivel del Mar general en la region de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano para los meses de a) marzo de 2007 y b) junio de 2005, y descomposición de la ANM por medio de funciones empíricas ortogonales en la escala estacional c) marzo, d) junio y mesoescala e) marzo, f) junio con la distribución de los hábitats de larvas de peces. El tamaño d los circulos va en proporción de la abundancia de las larvas de peces.

En el período cálido se puede asociar la distribución del HLPs *Tr* a la variabilidad estacional, que durante el período de calentamiento presenta una circulación anticiclónica en toda la zona (Fig. 35c y 35d). La variabilidad de mesoescala se compone principalmente de los remolinos, que parecen encerrar los HLPs *TscCC* hacia el sur de Cabo San Lucas en una remolinos anticiclónicos en agosto de 2006, en noviembre de 2005 las estaciones de este habitat se encuentran distribuidas entre procesos de mesoescala ciclónicos y anticiclónicos. El HLP *CO* en agosto de 2006 y noviembre de 2005 (Fig. 36e y 36f) se encuentran en la zona costera de Cabo Corrientes, donde se presentan procesos de circulación ciclónica a lo largo de la costa.

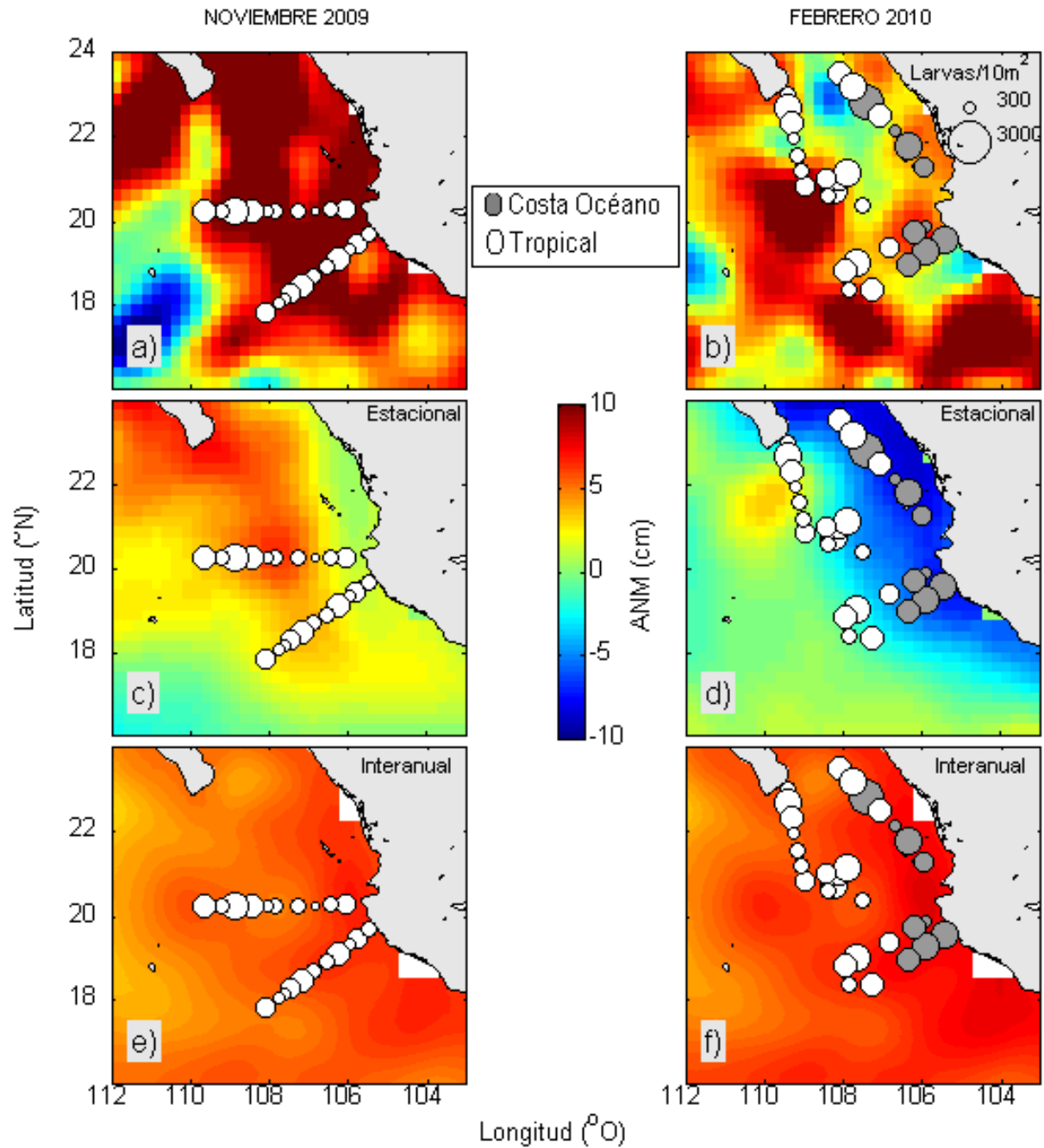


**Figura 35.** Anomalia del Nivel del Mar general en la region de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano para los meses de a) agosto de 2006 y b) noviembre de 2005, y descomposición de la ANM por medio de funciones empíricas ortogonales en la escala estacional c) agosto, d) noviembre y mesoescala e) agosto, f) noviembre con la distribución de los hábitats de larvas de peces. El tamaño de los círculos va en proporción de la abundancia de las larvas de peces.



La variabilidad de la ANM en la escala interanual durante los periodos fríos y cálidos tienen una contribucion a la varianza explicada local de hasta un 10% del total de la varianza de la ANM mostrando valores máximos de hasta dos centímetros. Durante noviembre de 2009 y febrero de 2010 (Fig. 36e y 36f) la contribución a la variabilidad interanual de la varianza total son del mismo orden de magnitud que la variabilidad estacional, (p.ej., del orden de 10 cm). En noviembre de 2009, la ANM estacional y la interanual están en fase, es decir, ambos componentes de la ANM produce el nivel del mar positivo, que a su vez significa una fuerte profundización de la termoclina en toda la zona con un solo hábitat correspondiente al Tropical.

En la misma particion de la ANM para febrero de 2010, se observa que está en contra fase, lo que significa que la ANM estacional sea negativa, pero a su vez, se presentan el forzamiento interanual positivo de la ANM, en este mes tenemos sólo dos HLPs, el *Tr* y *CO*.



**Figura 36.** Anomalía del Nivel del Mar general en la region de Transición Tropical Subtropical del Pacífico Mexicano para los meses de a) noviembre de 2009 y b) febrero de 2010, y descomposición de la ANM por medio de funciones empíricas ortogonales en la escala estacional c) noviembre, d) febrero e interanual e) noviembre, f) febrero con la distribución de los hábitats de larvas de peces. El tamaño de los círculos va en proporción de la abundancia de las larvas de peces.

## DISCUSIÓN

---

A partir de seis campañas oceanográficas llevadas a cabo entre 2005 y 2010 se encontraron tres HLPs recurrentes en la TTSTPM, los cuales fueron definidos mediante el índice de Bray-Curtis y ratificados con el ANOSIM y el ACC. Los HLPs fueron denominados por su ubicación como *Tr*, *CO* y *TscCC*. Los HLPs fueron se registraron tanto en el periodo frío (marzo 2007, junio 2005) como el cálido (agosto 2006, noviembre 2005) y tuvieron variaciones en su composición y abundancia de acuerdo a cada hábitat. Dentro de los HLPs que se presentan en el área de estudio, las especies recurrentes en los HLPs *Tr* (durante las seis campañas de muestreo) por orden de abundancia fueron: *V. lucetia*, *D. laternatus* y *D. pacificus*; en el hábitat *CO* (cinco campañas) estuvieron las especies *B. bathymaster*, *V. lucetia* y *D. laternatus*; y en el HLP *TscCC* (cuatro campañas) las especies *V. lucetia* y *D. laternatus*. El resto de las especies dominantes que integraron cada uno de los HLPs estuvieron ausentes al menos en una de las campañas de muestreo.

La recurrencia de los HLPs se pueden asociar en el largo plazo a la distribución espacial promedio de los indicadores ambientales y los efectos de la continua actividad de mesoescala de la siguiente manera: los altos valores de oxígeno se relacionan con los HLPs *TscCC* debido a que el brazo tropical de la Corriente de California se presenta todo el año, como se puede ver en Cepeda-Morales *et al.* (2013), trayendo agua superficial oxigenada de baja temperatura a la TTSTPM, donde su distribución también se ve afectada por remolinos y frentes. Más al sur (frente a Cabo Corrientes), el límite superior de poca profundidad (~60 m) es resultado del transporte de agua subtropical subsuperficial (hipoxia) cerca de la capa superior, como ha sido registrado por Cepeda-Morales *et al.* (2013), esta agua superficial pobre en oxígeno está fuertemente relacionada con el HLPs *CO*, donde la mayor parte del año presenta surgencias y remolinos de mesoescala (Kurczyn *et al.*, 2012).

La extensión de cada hábitat parece variar en función del efecto de la división de la ANM en componentes ortogonales entre sí asociados a la variabilidad de mesoescala, la estacional e la interanual. Como lo registran estudios previos, la variabilidad interanual se puede explicar por eventos ecuatoriales que se propagan hacia la TTSTPM en un banda de 500 km fuera de la costa

(como lo señaló Godínez *et al.*, 2010, para una serie de tiempo menor de la ANM). La variabilidad estacional se explica en términos de ondas largas de Rossby generadas localmente y en la costa, que se propaga hacia el oeste hacia el océano interior (Godínez *et al.*, 2010). La dinámica de mesoescala fue descrita por remolinos generados principalmente cerca de la costa, pueden alcanzar tamaños mayores y viajar hacia el océano abierto (Kurczyn *et al.*, 2012, Kurczyn *et al.*, 2013). En la TTSTPM las tres escalas temporales explican aproximadamente la misma cantidad de la varianza global de la ANM, pero en un momento particular, cada componente localmente refleja una cantidad de varianza de acuerdo a la intensidad de un evento físico particular. Durante el periodo frío, la escala estacional y mesoescala aportan la parte principal de la variabilidad de la ANM, mientras que la variabilidad interanual es menor. Una partición similar de la varianza de la ANM se da durante el periodo cálido.

La variabilidad del HLPs *Tr* está asociada principalmente con la estacionalidad, que se extiende o contrae en función de la actividad de mesoescala que ocurre en el HLPs *TscCC* y el *CO*. En el período frío (cálido) se da una fase de circulación ciclónica (anticiclónica) que produce elevación (hundimiento) de las isopícnas. Esto resulta en una mayor extensión del hábitat en el periodo frío. Las especies dominantes del HLPs *Tr* persisten a lo largo del tiempo a pesar del contraste estacional con variación en su abundancia. En el periodo frío *D. laternatus* tiene sus mayores abundancias con un 29% (marzo 2007) y 22% (junio 2005) mientras que *V. lucetia* presenta sus mayores abundancia en el periodo cálido con 44% (agosto 2006) y 55% (noviembre 2005); *D. pacificus* presenta valores semejantes de abundancia en ambos periodos  $\pm 5\%$ .

El HLPs *CO*, con alto número de especies y una drástica dominancia de *B. bathymaster*, es resultado de la convergencia del desove de especies mesopelágicas y costeras sobre la plataforma continental como se ha visto precisamente en zonas costeras (Franco-Gordo *et al.* 2008; León-Chávez *et al.* 2010). Este hábitat presenta su mayor extensión hacia el océano en agosto, pero es más persistente alrededor de Cabo Corrientes en el periodo frío cuando las surgencias son más fuertes, las surgencias estacionales que se presentan en la TTSTPM tienen sus máximos valores entre febrero y junio, sus mínimos valores se dan entre julio y octubre (Kurczyn *et al.*, 2012). El agua superficial alrededor de Cabo Corrientes es salada y pobre en oxígeno lo cual es una característica de agua subtropical subsuperficial. Como resultado del

periodo de surgencias el hábitat *CO* está relacionado con mayor salinidad, condiciones de hipoxia y altos valores de biomasa. De acuerdo a Kurczyn *et al.*, (2012) durante el período frío la generación de remolinos ciclónicos puede ser atribuida a las surgencias. Ya sea por los fuertes eventos de surgencia durante el período frío, o por la inestabilidad de las ondas atrapadas a la costa en el período de calentamiento, la zona costera de Cabo Corrientes es un área de intensa mezcla vertical que respalda los altos valores de biomasa de zooplancton y de abundancias de *B. bathymaster*. Ésta especie presenta sus mayores abundancias en el período frío con el 72% (marzo 2007) y 66% (junio 2005), durante el período cálido se presenta en agosto 2006 disminuyendo su abundancia con el 21%, en noviembre 2005 presenta valores del 45% de abundancia, en el mes de noviembre 2005 tiene un incremento en su abundancia con respecto al mes de agosto, esto particularmente se atribuye al hecho de que en noviembre 2005 hay una fuerte presencia de remolinos ciclónicos, cuyas características permiten enriquecimiento en la columna de agua.

El HLPs *TscCC* cuya composición de especies y dominancia es considerada como un límite al norte del HLPs *Tr*, está asociado fuertemente con la actividad de mesoescala en la región. Siguiendo el trabajo de Kurczyn *et al.* (2012), la tendencia en la generación de remolinos en Cabo San Lucas muestra que los remolinos anticiclónicos se generan en febrero, lo que concuerda con el remolino que engloba al HLPs *TscCC* en marzo 2007. En agosto de 2006 el HLPs *TscCC* está en los márgenes de un remolino anticiclónico, en estos meses la abundancia de larvas de peces es baja, en contra parte en el mes de junio de 2005 se presentan las mayores abundancias comparada con los meses de marzo 2007 y agosto 2006. El HLPs *TscCC* en junio de 2005 se encuentra inmerso dentro de un remolino de circulación ciclónica, por lo que estas abundancias elevadas pueden ser resultado de la presencia de este remolino. En el mes de noviembre de 2005 se presentan abundancias del doble de las que se presentan en marzo 2007 y agosto 2006, la ubicación del hábitat en noviembre 2005 se da en su mayoría alrededor de un proceso de circulación ciclónica y las demás estaciones en un remolino anticiclónico por lo que se infiere que su cercanía al proceso ciclónico puede interferir en el incremento de la abundancia de las especies *V. lucetia* y *D. laternatus*.

Con respecto a la intensidad de eventos interanuales, cuando se presentan en el MEI valores de 3.0 indican la presencia de eventos fuertes El Niño (p. ej. 1997/1998) y valores promedio de -2.0 indican eventos La Niña fuertes (p. ej. 2010/2011); las campañas durante el periodo frío y cálido muestran prácticamente valores nulos del MEI y en los FEOs. Los valores del MEI en noviembre de 2009 y febrero de 2010 se dan entre 1.8 y 1.5 lo que significa que (aunque bajos) estos meses representan eventos del mismo orden de magnitud de eventos El Niño como el de 1997/1998. En noviembre de 2009, la variabilidad estacional en la TTSTPM se encuentra en su fase positiva, lo que significa valores positivos de la anomalía del nivel del mar y hundimiento de la isopicna, es decir, en fase con los eventos interanuales de El Niño de 2009/2010 que producen el mismo efecto en las isopicnas. Como resultado, la anomalía del nivel del mar muestra valores altos en toda la región. Cuando se da éste, se presenta lo que denominamos la "tropicalización de la TTSTPM", que a su vez muestra sólo un HLPs, el *Tr*. Durante febrero de 2010, la escala interanual y estacional se encuentran en contra fase, la estacionalidad mueve las isopicnas hacia arriba y la escala interanual mueve las isopicnas hacia abajo; como consecuencia la "tropicalización" no es tan evidente en la región de Cabo Corrientes permitiendo que también esté presente el HLPs *CO*. Durante periodos de eventos extremos de El Niño/La Niña, la variabilidad interanual puede dominar toda la circulación e inclusive puede cambiar la circulación producida por la escala estacional. Estos cambios en la circulación, pueden tener un efecto sobre la distribución y composición de cada uno de los HLPs. Esto se ve reflejado particularmente en el hábitat *Tr* que es el que tiene una mayor extensión en la región de estudio. Cuando se presenta El Niño 2009/2010 hay un incremento en la diversidad, se presentan 35 taxones que no aparecen en los periodos cálido o frío y tienen en Olmstead Tukey el estatus de especies raras.

Estudios previos en larvas de peces (Gray and Miskiewicz, 2000; Isari *et al.*, 2008; Holliday *et al.*, 2011; Muhling *et al.*, 2007) han especulado que los procesos de mesoescala generan gradientes hidrográficos que limitan la distribución de los HLPs. Nuestros resultados, con una visión sinóptica temporal, muestran la importancia de la mesoescala en la formación y permanencia de los HLPs en el océano, como en el caso de los HLPs *TscCC* y *CO*. La estacionalidad puede disparar el desove de los adultos modulando su intensidad como se ha

mencionado en diversos estudios (Sassa *et al.*, 2007; Mwaluma *et al.*, 2011), pero la mesoescala es el componente temporal que define las fronteras planctónicas entre los hábitats. La actividad de mesoescala es modificada drásticamente por los eventos interanuales, estos eventos tienden a desaparecer los límites de mesoescala en el océano, como lo observamos en el periodo afectado por el Niño.

Las imágenes de satélite se han utilizado para completar el panorama ambiental que se tiene sobre la distribución de larvas de peces y hacer inferencias sobre los factores que intervienen en dicha distribución, ejemplo de esto son los trabajos como el de Green-Ruiz e Hinojosa-Corona (1997) utilizando imágenes de satélite muestran una relación entre la abundancia de huevos y larvas de *Engraulix mordax* con la temperatura, Hammann *et al.* (1988) con base a los patrones de variación de las imágenes de satélite de clorofila y temperatura hacen una descripción del ciclo reproductivo de *Sardinops sagax caeruleus* y Sánchez-Velasco *et al.* (2002) apoyados en imágenes de temperatura detectan áreas optimas para el desove de *Sardinops sagax* durante El Niño 1997-1998. Si bien estos trabajos en su momento marcaron un parte aguas en la descripción de los hábitats de las larvas de peces, el uso general de las imágenes de satélite había sido para corroborar patrones observados con datos *in situ* sin una aplicación más allá de esto. Recientemente, en la región de la Corriente de California, se ha visto que el uso de la ANM es una variable importante para la formación de los HLPs (Asch y Checkley, 2013), en nuestro trabajo pudimos corroborar que los datos de la ANM son importantes ya que incorporan gradientes ambientales que en su conjunto interfieren en el éxito de un HLPs específico y las imágenes de satélite de altimetría nos permiten hacer una descripción más precisa de las variaciones de la ANM, que no podríamos tener solo con los datos *in situ*; por otro lado el hecho la aplicación FEOs ha permitido establecer en la región de TTSTPM las escalas que predominan en la zona (Godínez *et al.*, 2010), al ser las FEOs funciones robustas para la interpretación física del ambiente, la descomposición de las imágenes de la ANM en nuestro trabajo nos permitió atribuir con mayor certeza la influencia de la escala estacional, interanual o de mesoescala sobre la formación de los HLPs lo que nos permite por lo tanto hacer una aproximación más precisa de la dinámica particular que interfiere en la

formación de los HLPs y que pueden ser aplicado a nivel global por la disponibilidad de datos de satélite en escalas de tiempo mayores.

## CONCLUSIONES

---

- Independientemente de la época del año, en la región Transición Tropical Subtropical del Pacífico frente a México se definen de manera recurrente tres hábitat de larvas de peces. La extensión de estos hábitat y la abundancia de las larvas de peces, se da en función del efecto de las tres escalas temporales presentes en la zona (estacional, interanual y de mesoescala). El hábitat de larvas de peces *Transición Corriente de California* se asocia principalmente a la variabilidad de mesoescala, el *Costa Océano* a la actividad estacional y de mesoescala, por su parte el *Tropical* está asociado a la estacionalidad.
- En el hábitat *Costa Océano* las especies dominantes fueron *B. bathymaster*, *V. lucetia* y *D. laternatus* y en el hábitat *Transición Corriente de California* las especies *V. lucetia* y *D. laternatus*. La extensión del hábitat de larvas de peces *Costa Océano* se da como resultado de la interacción entre las surgencias (estacionales) y los remolinos de mesoescala, la extensión del hábitat *Transición Corriente de California* va a depender de la intensidad de los remolinos que se presenten al sur de la Corriente de California. Debido a que la mesoescala es caótica en la región de Cabo Corrientes, ésta modula los límites entre los hábitat de larvas de peces *Costa Océano* y *Tropical*, así como los límites entre los hábitat de larvas de peces *Transición Corriente de California* y *Tropical*.
- El hábitat *Tropical*, las especies dominantes fueron *V. lucetia*, *D. laternatus* y *D. pacificus*. Estuvo ubicado en la zona oceánica, la cual no se ve afectada directamente por los procesos de mesoescala. Su distribución está en función de la estacionalidad, siendo el de mayor extensión en el océano. El hábitat de larvas de peces *Tropical* es más estable a lo largo del tiempo, ya que su presencia es una clara representación de las condiciones tropicales en la zona. Se espera que



el hábitat de larvas de peces *Tropical* siempre se presente porque en el trópico no hay cambios en el ambiente físico (ondas de Rossby).

- El proceso interanual de corto periodo El Niño, modifica la dinámica oceanográfica, haciendo que haya una disminución en los procesos de mesoescala y favoreciendo la influencia estacional durante el periodo cálido, llegando a un punto de tropicalización en la región de transición tropical-subtropical del Pacífico Mexicano. Esto se refleja en la extensión del hábitat *Tropical*, el cual de por si tiene la mayor extensión de la propia área de estudio que es tropical, pero al momento de presentarse el Niño 2009-2010 domina la región en noviembre de 2009 y presenta una mayor extensión hacia el norte en febrero 2010, además de que incrementa el número de taxones comparado con los periodos normales.
- La anomalía del nivel del mar es una variable fundamental para la descripción de los hábitats de larvas de peces ya que integra el efecto de múltiples variables oceánicas La descomposición de las imágenes de la anomalía del nivel del mar resulta ser un buen indicador ecológico con el cual se puede conocer con mayor precisión que escala ambiental está influyendo sobre los hábitats de larvas de peces.

## LITERATURA CITADA

---

- Aburto-Oropeza O., G. Paredes, I. Mascareñas-Osorio, E. Sala (2010) Climatic influence on reef fish recruitment and fisheries. *Marine Ecology Progress Series*. 410: 283-287
- Acal-Sánchez D. E. (1991) Abundancia y diversidad del ictioplancton en el Pacífico centro de México, Abril 1981. *Ciencias Marinas*. 17: 25-50.
- Ahlstrom, E. H. (1971) Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical pacific, based on collections made on ESTROPAC I. *Fishery Bulletin*. 69: 3-78.
- 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*. 70:1153-1209.
- Asch R. G. and D. M. Checkley (2013) Dynamic height: A key variable for identifying the spawning habitat of small pelagic fishes. *Deep sea Research I* 71:79-91 file <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2012.08.006>
- Avalos-García, L. Sánchez-Velasco, and B. Shirasago (2003). Larval fish assemblages in the Gulf of California and their relation to hydrographic variability (Autumn 1997- Summer 1998). *Bulletin of Marine Science*, 72(1):63-76. ISSN:0007-4977
- Bakun A. (2006) Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptative response and competitive advantage. *Scientia Marina* 70:105-122.
- Bakun, A, and R. H Parrish (1982) Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current systems. CalCOFI Rep., 23: 99-112.
- Bakun A. and R. H. Parrish (1991) Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the anchovy (*Engraulis anchoita*) of the southwestern Atlantic. *Journal of Marine Science* (48)343-361.
- Beers, J. R. (1976) Zooplankton Fixation and Preservation. Determination of zooplankton biomass. *Steedman, H. F. UNESCO Paris* 35-84.
- Beier E., M. F. Lavín, J. Gómez, V. Godínez, y J. García (2003) La Corriente Costera Mexicana in *GEOS, Reunión anual de la Unión Geofísica Mexicana*, Vol. 23, 152, Puerto Vallarta, México.

- Bray, J. R. and J. T. Curtis. (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*. 27: 325-349.
- Bulgakov S. N. y 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.
- Cepeda Morales, J., G. Gaxiola Castro, E. Beier and V.M. Godínez Sandoval. (2013), The mechanisms involved in defining the northern boundary of the shallow oxygen minimum zone in the eastern tropical Pacific Ocean off Mexico. *Deep Sea Research I*. Oceanographic Research Papers. 76: 1-12 p. doi:10.1016/j.dsr.2013.02.004
- Clarke, K. R. and R. M. Warwick (2001) Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 2nd edn. PRIMER-E, Plymouth.
- Condie S.A., J.V. Mansbridge and M.L. Cahill (2011) Contrasting local retention and cross-shore transports of the East Australian Current and the Leeuwin Current and their relative influences on the life histories of small pelagic fishes. *Deep-Sea Research II*. 58:606-615
- De la Cruz-Agüero, G. (1994) *ANACOM*. Sistema para el análisis de comunidades. Versión 3.0. Manual de usuario. CICIMAR-IPN. 99 pp.
- Dufrene, M. and P. Legendre (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.*, 67:345-366.
- Evseenko, S. A. and 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. and J. Färber-Lorda (2006) Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, Vol. 69:318-359.
- Fiedler 2002. The annual cycle and biological effects of the Costa Rica Dome. *Deep-sea Research I*. 49:321-338.
- Field J. G., K. R. Clarke and 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, y 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. Godínez-Domínguez, A. E. Filonov, I.E. Tereshchenko and 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 and E. Suárez-Morales (2002) Larval Fish assemblages in waters off the Central Pacific coast of México. *Journal of Plankton Research* 24:725-784.

Franco-Gordo C, E. Godínez-Domínguez, E., Suárez-Morales, E. and J. Freire (2008) Interannual and seasonal variability of the diversity and structure of ichthyoplankton assemblages in the central Mexican Pacific. *Fisheries in Oceanography*. 17: 178-190.

Franco-Gordo C., E. Godínez-Domínguez, E. Suárez-Morales and L. Vásquez-Yeomans (2003) Diversity of Ichthyoplankton in the Central Mexican Pacific: A seasonal Survey. *Estuarine Coastal Shelf Science*. 57: 111-121.

Franco-Gordo C., E. Suárez-Morales, E. Godínez-Domínguez and R. Flores-Vargas (2001). A seasonal Survey of the fish larvae community of the central Pacific coast of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 68:383-396.

Funes-Rodríguez, R., M.A. Fernández-Álamo, R. González-Armas (1998). Larvas de peces recolectadas durante dos eventos El Niño en la costa occidental de Baja California Sur, México, 1958–1959 y 1983–1984. *Océánides* 13, 67–75.

García de León-Loza, A. (1988) Generalidades del análisis de cúmulos y del análisis de componentes principales. *Instituto de geografía UNAM*. México 21-30.

Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín (2010a) Circulation at the entrance of the Gulf of California from satellite altimeter and hydrographic observations. *Journal of Geophysical Research*, 115, C04007, doi:10.1029/2009JC005705.

Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. Cepeda-Morales, J. García-Córdova y C.E. Cabrera-Ramos (2007a) Datos hidrográficos frente a Cabo Corrientes y en la entrada del Golfo de California durante agosto del 2006: Campaña PROCOMEX-0608. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 165 pp. (60383) <http://oceanografia.cicese.mx/index.php?file=reportestec2007>.

- Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. Cepeda-Morales, J. García-Córdova y C. E. Cabrera-Ramos (2007b) Datos hidrográficos frente a Cabo Corrientes y en la entrada del Golfo de California durante marzo del 2007: Campaña PROCOMEX-0703. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 183 pp. (60384) <http://oceanografia.cicese.mx/index.php?file=reportestec2007>.
- Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. Färber Lorda y R. Solís-Aguilar (2010b) Datos hidrográficos de la campaña *Procomex XI*. (18 al 30 de noviembre de 2009). Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 74 pp.
- Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. García-Córdova y C. E. Cabrera-Ramos (2006) Datos hidrográficos frente a Cabo Corrientes y en la entrada del Golfo de California durante noviembre del 2005: Campaña PROCOMEX-0511. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 184 pp. (41204) <http://oceanografia.cicese.mx/index.php?file=reportestec2006>.
- Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín, J. García-Córdova y J. Cepeda-Morales (2005) Datos Hidrográficos frente a Cabo Corrientes y en la entrada del Golfo de California durante junio del 2005: Campaña PROCOMEX-0506. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 177 pp. (33921). <http://oceanografia.cicese.mx/index.php?file=reportestec2005>.
- Godínez V. M., E. Beier, L. Sánchez-Velasco, M. F. Lavín y C. E. Cabrera (2010c) Datos hidrográficos en la región sur del Golfo de California: Campaña CONABIO1002 (14 al 27 de febrero del 2010). Informe Técnico 99751. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 108 pp.
- Gómez-Gutiérrez J, R. Palomares-García, D. Gendron (1995) Community structure of the euphausiids populations along the west coast of Baja California, México during the weak ENSO 1986-87. *Marine Ecology Progress Series* 120:41-51.
- 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 and 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.
- Gray C. A. and A. G. Miskiewicz (2000) Larval Fish Assemblages in South-east Australian Coastal Waters: Seasonal and Spatial Structure *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 50: 549-570.

- Green-Ruiz Y. and A. Hinojosa-Corona (1997) Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of sea surface temperatures. *Journal of Plankton Research* 8:957-968.
- Hammann, M. G., M. O. Nevárez-Martínez and Y. Green-Ruiz (1998) Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: Egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991 *CalCOFI Rep.*, Vol. 39.
- Heath M.R. (1992) Field Investigations of the Early Life Stages of Marine Fish. *Advances in Marine Biology* (28) 1–174 [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60039-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60039-5),
- Holliday, D., L. E. Beckley and M. P. Olivar (2011) Incorporation of larval fishes into a developing anti-cyclonic eddy of the Leeuwin Current off south-western Australia. *Journal of Plankton Research*, 33, 1696–1708.
- Isari S., N. Fragopoulou and S. Somarakis (2008) Interannual 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.
- Krebs, Charles. J. (1999) *Ecological methodology*. 2nd ed. Addison Wesley Longman Menlo Park, Calif.
- Kurczyn J. A., E. Beier, M. F. Lavín and A. Chaigneau (2012) Mesoscale eddies in the northeastern Pacific tropical-subtropical transition zone: Statistical characterization from satellite altimetry. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 117, C10021, doi:10.1029/2012JC007970, 2012
- Kurczyn, J.A., E. Beier, M.F. Lavín, A. Chaigneau and V.M. Godínez (2013), Anatomy and evolution of a cyclonic mesoscale eddy observed in the northeastern Pacific tropical-subtropical transition zone. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 118,1-20, DOI: 10.1002/2013JC009339
- Lavaniegos B. E., L. C. Jimenez-Perez, G. Gaxiola-Castro (2002). Plankton response to El Niño 1997-1998 and La Niña 1999 in the southern región of the California Current. *Progress in Oceanography* 54:33-58

- Lavín, M. F., E. Beier, J. Gómez-Valdés, V. M. Godínez, and J. García (2006). On the summer poleward coastal current off SW México, *Geophysical Research Letters*, 33, L02601, doi:10.1029/2005GL024686.
- Leiby, M. M. (1986) Life history and ecology of pelagic fish eggs and larvae. Pages 121-140 in/ K. A. Steidinger and L. M. Walker. eds. 1986. Marine plankton life cycle strategies. RC Press, Inc. Boca Raton Florida, \. 158 p.
- León-Chávez C. A., L. Sánchez-Velasco, E. Beier, M. F. Lavín, V. M. Godínez and J. Farber-Lorda (2010) Larval fish assemblages and circulation in the eastern tropical Pacific in autumn and winter *Journal of Plankton Research* Vol. 34:397-410.
- Lett C., P. Peven, P. Ayón and P. Fréon (2007) Enrichment, concentration and retention processes in relation to anchovy (*Engraulis ringens*) eggs and larvae distributions in the northern Humboldt upwelling ecosystem *Journal of Marine Systems* 64:189–200
- Loeb V. J. and 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.
- Magurran A. (1988) Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedral S.A.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. *Multivariate analysis of ecological data*. MjM Software. Glendon Beach. 300 p.
- Moser, G. H. and P. E. Smith. 1993. Larval Fish Assemblages and Oceanic Boundaries. *Bulletin of Marine Science* 7:283-289.
- 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.
- Moyano M., J. M. Rodríguez, V. M. Benitez-Barrios and S. Hernández León (2014) Larval fish distribution and retention in the Canary Current system during the weak upwelling season. *Fisheries Oceanography* 1-19 doi:10.1111/fog.12055
- Mullin, M. M. (1998). Interannual and interdecadal variation in California Current zooplankton: *Calanus* in the late 1950s and early 1990s global change. *Biology*, 4, 115–119.

- Muhling B. A., L. E. Beckley and M. P. Olivar. 2007. Ichthyoplankton assemblage structure in two mesoscale Leeuwin Current eddies, eastern Indian Ocean. *Deep Sea Research II* 54:1113-1128.
- Mwaluma, J.M., B. Kaunda-Arara, J. Rasowo, M. K. Osore and V. Øresland, V. 2011. Seasonality in fish larval assemblage structure within marine reef National Parks in coastal Kenya., *Environmental Biology of Fishes*, 90:393-404.
- Palomares R and J. Gómez-Gutiérrez (1996) Copepod community structure at Bahia Magdalena, Mexico during El Niño 1983-1984. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 43:583-595
- Pantoja, D.A., S.G. Marinone, A Parés-Sierra and F. Gómez-Valdivia. 2012. Numerical modeling of seasonal and mesoscale hydrography and circulation in the Mexican Central Pacific. *Ciencias Marinas*. 38(2).
- Pares-Sierra A, W. B. White and C.-K. Tai. 1993. Wind-driven coastal generation of annual mesoscale eddy activity in the California Current. *Journal of Physical. Oceanography*, 23:1110-1121.
- Pennington, J. T., K. L. Mahoney, V. S. Kuwara, D. D. Kolbert, R. Calienes and F. P. Chávez (2006) Primary production in the Eastern Tropical Pacific: A review. *Progress in oceanography* 69, 285-317.
- Philander S. G. (1999). A review of tropical ocean-atmosphere interactions *Tellus* 51:71-90
- Rodríguez J., M. S. Hernández-León and E. D. Barton (1999). Mesoscale distribution of fish larvae in relation to an upwelling filament off Northwest Africa. *Deep Sea Research I*.46:1969-1984.
- Sánchez-Ramirez M. and C. Flores-Coto 1998. Growth and mortality of larval Atlantic bumper *Chloroscombrus chrysurus* (Pisces: Carangidae) in the Southern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 63:295-303.
- Sánchez Velasco L., E. Beier, C. Ávalos and 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* 23:1081-1098.
- Sánchez-Velasco, L., M. Lavín, M. Peguero-Icaza, C.A. León-Chávez, F. Contreras-Catala, G. Marinone V. Gutiérrez-Palacios and V. M. Godínez. (2009). Seasonal changes in larval fish assemblages in a semi-enclosed sea (Gulf of California). *Continental Shelf Research*. 29:1697-1710.



- Sánchez-Velasco L., J.E. Valdez-Olguín, B. Shirasago, M. A. Cisneros-Mata, A., Zarate (2002). Changes in the spawning environment of *Sardinops caeruleus* in the Gulf of California during El Niño 1997–1998. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 54: 207–217.
- Sassa C., K. Kawaguchi and K. Taki. 2007. Larval mesopelagic fish assemblages in the Kuroshio-Oyashio transition region of the western North Pacific. *Marine Biology* 150:1403-1415.
- Sassa C. and Y. Hirota 2013. Seasonal occurrence of mesopelagic fish larvae on the onshore side of the Kuroshio off southern Japan. *Deep-Sea Research I*. 81:49-61.
- Shannon, C.E., & Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Silva-Segundo C., R. Funes Rodríguez, M. Hernández-Rivas, E. Ríos Jara, E. G. Robles Jarero and A. Hinojosa-Medina (2008). Larval fish associations related to environmental changes in Bahía Chamela, Jalisco and Santiago-Manzanillo, Colima (2001-2002) *Hidrobiológica* 2008, 18: 89-103.
- Smith, P. E. (1971). Distributional atlas of zooplankton volume in the California Current Region, 1951, through 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.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf (1969). *Biometría*. Ed. Blume. Barcelona, España. 587 p.
- Strub T.S. and C. James. (2002). Altimeter-derived surface circulation in the large-scale NE Pacific Gyres. Part 1. Seasonal variability. *Progress in Oceanography*. 53: 163-183.
- UNESCO (1991) Processing of oceanographic station data. Technical Paper in Marine Science, 138 pp.
- Vilchis Ignacio, L.T. Ballatson, W. Watson. (2009) Temporal variability of neustonic ichthyoplankton assemblages of the eastern Pacific warm pool: Can community structure be linked to climate variability?. *Deep-Sea Research I* 56: 125–140.
- Wirtky, K., (1965). Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-. *American Tropical Tuna Commission, Bulletin* 10:269-304.
- 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 and 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.

Información de internet:

Godínez-Sandoval V. M.- “Datos hidrográficos” en CICESE [publicación en línea]. Disponible en Internet en: <http://usuario.cicese.mx/~mxcali/> >. [Fecha de acceso: 30 junio, 2010].

Imágenes satelitales de la Región oceánica de Cabo Corrientes y Golfo de California. México [publicación en línea]. Disponible desde Internet en: <http://imsato.cicese.mx/index.html> [Fecha de acceso: 24 de febrero 2010]

NOAA- Climate Prediction Center “Cold and warm episodes by season”. Disponible desde Internet en: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml) [Fecha de acceso: 25 abril 2011).

Fish base: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) [Fecha de acceso: marzo 2014).