



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE DORADO
Coryphaena hippurus (Linnaeus, 1758) Y
Coryphaena equiselis (Linnaeus, 1758) EN EL
PACÍFICO ORIENTAL MEXICANO.

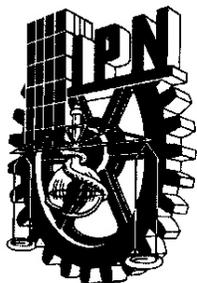
TESIS

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

PRESENTA

NORMA ALEJANDRA SÁNCHEZ REYES

LA PAZ, B.C.S. MAYO DEL 2008



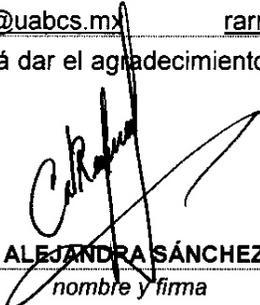
**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 22 del mes Abril del año 2008, el (la) que suscribe NORMA ALEJANDRA SÁNCHEZ REYES alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B041204 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. ROGELIO GONZÁLEZ ARMAS y cede los derechos del trabajo titulado: "DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE DORADO *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) Y *Coryphaena equiselis* (Linnaeus, 1758) EN EL PACÍFICO ORIENTAL MEXICANO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: nsanchez@uabcs.mx rarmas@ipn.mx

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


NORMA ALEJANDRA SÁNCHEZ REYES

nombre y firma

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Norma y Jorge

A MIS HERMANOS:

Sandy y Jorgito

A MI ABUELITO Y MI TÍO:

Gustavo y Carlos

A MI ESPOSO Y MI HIJO:

Pablo y David

A LA MEMORIA DE MIS ABUELITOS:

Julia, Manuel, Carmelina y Roselina

A todos ustedes con todo mi amor

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional por todas las facilidades otorgadas para la realización de mis estudios de maestría.

Al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE, unidad La Paz) por el uso de su equipo e instalaciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI-IPN) y al Instituto Politécnico Nacional por las becas otorgadas durante la realización de este trabajo.

A mis directores Dr. Rogelio González Armas por su ayuda, comentarios, y aportaciones a este trabajo pero sobre todo por su confianza, amistad y comprensión. Al Dr. Emilio Beier por sus valiosas contribuciones para la realización de la tesis, por su paciencia para explicarme el mundo de la oceanografía física y por su interés por encontrar todo aquello que pudiera dar una mejor explicación al trabajo.

A los miembros del comité revisor de tesis Dra. Sofía Ortega García, Dr. René Funes Rodríguez y M.C. Ricardo Saldierna Martínez por su disposición, comentarios, y aportaciones a este trabajo.

Al Dr. Jaime Gómez por su tiempo para enseñarme a medir la biomasa zooplanctónica y el programa Surfer para la realización de mapas.

A la M.C. Roxana Da Silva por la ayuda y dedicación para tomar las fotos de las larvas presentadas en este trabajo.

Al M.C. Iván Velázquez Abunader por la ayuda en la realización de los análisis estadísticos.

A la M.C. Milena Mercury por explicarme como bajar las imágenes de temperatura del satélite y al Dr. Bernardo Shirasago por enseñarme a procesar dichas imágenes en el programa WIM.

A mis padres que siempre han estado a mi lado, pendientes de mi trabajo y de mi salud, les agradezco todo su amor y motivación pues siempre han sido el mejor ejemplo para alcanzar nuevas metas. Este logro es para ustedes. Los quiero mucho.

A mi hermana Sandy por darme siempre ánimos para seguir adelante, por estar pendiente de nosotros a pesar de la distancia (¡De península a península!), por todo su cariño y motivación. Te quiero mucho.

A mi cuñado Ángel por darnos ánimo para terminar este trabajo.

A mi hermano Jorgito que a pesar de la distancia es un motivo más por quien luchar y salir adelante. Te quiero mucho.

A mi esposo Pablo quién ha sido mi cómplice durante la carrera y la maestría. Gracias por tu tiempo para leer mi tesis así como tus múltiples correcciones a la “sintaxis” del trabajo. Gracias por tu amor, cariño, comprensión y dedicación por nuestro hijo, sobre todo en los momentos críticos de trabajo y en los momentos de ausencia por motivos de salud, sin ti no lo hubiera logrado. Te Amo. Y vamos por el doctorado.

A mi hijo David por ser el motor que me impulsa día con día a seguir adelante, a ser mejor. Gracias mi niño por tu cariño, tu tiempo prestado, tu comprensión cuando hay mucho trabajo y por todas las alegrías que compartes conmigo cada día. Te quiero mucho mi amor.

A mi abuelito Gustavo y mi Tío Carlos pues siempre están pendientes de nosotros. Gracias este trabajo también es para ustedes.

A mi colega Luis García por su cariño y motivación para la culminación de una meta más de las muchas que tengo en mi vida.

A Mary por su amistad, cariño e impulso porque terminara este trabajo, así como por su motivación en los momentos difíciles de salud. ¡Muchas gracias!

Finalmente a todos mis amigos: Carmen, Jazmín, Claudia, Yassir, Vanesa, Bety, Susi, Deivis, Beto, Luis, Carlos, Iván José Ángel, Carolina, Avryl,

Fernando y Alex que compartieron conmigo esta aventura y muy especialmente a: Isabel quien mas que una amiga es como una hermana para mí y que me ayudó siempre enseñándome que todavía hay personas que están dispuestas a tenderte una mano cuando lo necesitas sin esperar recibir nada a cambio. Te quiero mucho amiga. A mi amiguita Itzel por su cariño, alegría y porque siempre está echándome porras. A Fredy por su amistad y cariño incondicional, pues eres como un hermano para nosotros. A mis amigos de la Universidad Lili, Irán, Sergio y Rocío que siempre han estado al pendiente ¡Gracias a todos!

INDICE

Lista de figuras	<i>i</i>
Lista de tablas	<i>v</i>
Glosario	<i>vi</i>
I RESUMEN	1
1) Abstract.....	2
II INTRODUCCIÓN	3
1) Ciclo de vida.....	4
III ANTECEDENTES	8
IV JUSTIFICACIÓN	13
V HIPÓTEIS	14
VI OBJETIVOS	14
VII ÁREA DE ESTUDIO	15
1) Cobertura geográfica de cada crucero.....	17
VIII MATERIALES Y MÉTODOS	21
IX RESULTADOS	29
1) Biomasa zooplanctónica.....	29
1.1) Variación temporal.....	29
1.2) Variación espacial.....	31
2) Distribución de larvas por crucero.....	34
2.1) Distribución temporal.....	35
2.2) Distribución espacial.....	36
2.3) Áreas de desove.....	40
2.4) Distribución de larvas de dorado y su relación con la biomasa zooplanctónica y la temperatura superficial del mar.....	42
3) Imágenes de satélite de la temperatura superficial del mar.....	45
4) Relación de la estructura térmica y la distribución de parches de larvas de dorado por crucero.....	48
5) Temperatura media satelital y temperatura media observada de los parches.....	62
X DISCUSIÓN	64

1) Distribución de los adultos y las larvas en el área de estudio.....	65
1.1) Zona Noroeste.....	66
1.2) Zona Central.....	69
1.3) Zona Intermedia.....	71
2) Imágenes de Satélite.....	72
XI CONCLUSIONES.....	74
XII SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.....	75
XIII LITERATURA CITADA.....	76

LISTA DE FIGURAS

1. Ciclo de vida del dorado tomado de Palko <i>et al.</i> , 1982.....	6
2. Área de estudio.....	16
3. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9008.....	18
4. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9109.....	18
5. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9111.....	19
6. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9206.....	19
7. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9208.....	19
8. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9211.....	19
9. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9308.....	20
10. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9508.....	20
11. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9605.....	20
12. Características diagnósticas de las larvas de la familia Coryphaena.....	22
13. Espina supraocular en larvas de <i>Coryphaena hippurus</i> (a) y <i>Coryphaena equiselis</i> (b).....	23
14. Espinas preoperculares en larvas de <i>Coryphaena hippurus</i> (a) y <i>Coryphaena equiselis</i> (b).....	24
15. Aletas pélvicas de <i>Coryphaena hippurus</i> (a) y <i>Coryphaena equiselis</i> (b).....	24
16. Aleta caudal de <i>Coryphaena hippurus</i> (a) y <i>Coryphaena equiselis</i> (b).....	24

17. Pigmentos del cuerpo en larvas de <i>Coryphaena hippurus</i> (a) y <i>Coryphaena equiselis</i> (b).....	25
18. Frecuencia porcentual de registros de biomasa zooplanctónica en los cruceros Altair 1990-1996.....	29
19. Biomasa zooplanctónica de los cruceros Altair 9008, 91111, 9208, 9211, 9308 y 9508.....	30
20. Biomasa zooplanctónica de los cruceros Altair 9109, 9111, 9206, 9208 y 9211.....	31
21. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9008.....	32
22. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9109.....	32
23. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9111.....	32
24. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9206.....	32
25. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9208.....	33
26. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9211.....	33
27. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9308.....	33
28. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9508.....	33
29. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m ³ del crucero ALTAIR 9605.....	34
30. Número de larvas de Dorado en los cruceros de 1990-1996.....	34
31. Número de larvas de <i>C. hippurus</i> y <i>C. equiselis</i> en los cruceros de 1990-1996.....	35
32. Número de larvas de <i>C. hippurus</i> y <i>C. equiselis</i> en agosto y noviembre de 1990 a 1995	35

33. Número de larvas de <i>C. hippurus</i> y <i>C. equiselis</i> en 1991 y 1992.....	36
34. Distribución de larvas de <i>Coryphaena hippurus</i> y <i>Coryphaena equiselis</i> en los cruceros ALTAIR realizados de 1990 a 1996.....	38 39
35. Número de larvas <i>C. hippurus</i> y <i>C. equiselis</i> por estadio de desarrollo larval.....	40
36. Distribución de larvas de <i>C. hippurus</i> en preflexión.....	41
37. Número de larvas en etapa de preflexión de <i>C. hippurus</i> en los cruceros Altair.....	42
38. Número de larvas de dorado y volúmen promedio de biomasa zooplanctónica en los cruceros Altair.....	43
39. Distribución de larvas de dorado con la temperatura superficial del mar tomada in situ.....	44
40. Distribución de la TSM durante el invierno; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).....	45
41. Distribución de la TSM durante la primavera; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).....	46
42. Distribución de la TSM durante el verano; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).....	46
43. Distribución de la TSM durante el otoño; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).....	47
44. TSM. Desviación estándar de los residuos al ciclo estacional.....	47
45. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9008 con larvas de dorado.....	49
46. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1990 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	49
47. Ciclo estacional durante el mes de septiembre y estaciones del crucero Altair 9109 con larvas de dorado.....	50
48. Reconstrucción de la imagen de septiembre de 1991 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	51
49. Ciclo estacional durante el mes de noviembre y estaciones del crucero Altair 9111 con larvas de dorado.....	52

50. Reconstrucción de la imagen de noviembre de 1991 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	52
51. Ciclo estacional durante el mes de junio y estaciones del crucero Altair 9206 con larvas de dorado.....	53
52. Reconstrucción de la imagen de junio de 1992 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	54
53. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9208 con larvas de <i>C. hippurus</i> (estrellas) y <i>C. equiselis</i> (círculo).....	55
54. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1992 con larvas de <i>C. hippurus</i> (estrellas) y <i>C. equiselis</i> (círculo) usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	55
55. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9508 con larvas de <i>C. hippurus</i> (estrellas) y <i>C. equiselis</i> (círculo).....	56
56. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1995 con larvas de <i>C. hippurus</i> (estrellas) y <i>C. equiselis</i> (círculo) usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	57
57. Ciclo estacional durante el mes de mayo y estaciones del crucero Altair 9605 con larvas de dorado.....	58
58. Reconstrucción de la imagen de mayo de 1996 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	58
59. Ciclo estacional durante el mes de noviembre y estaciones del crucero Altair 9211 con larvas de dorado.....	59
60. Reconstrucción de la imagen de noviembre de 1992 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	60
61. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9308 con larvas de dorado.....	61
62. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1993 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.....	61
63. Rango de temperatura donde se observó el máximo número de larvas en un cuadrado de 30 x 30 km.....	63

LISTA DE TABLAS

1. Características de los cruceros Altair	21
2. Características diagnósticas para la identificación de <i>Coryphaena hippurus</i> y <i>Coryphaena equiselis</i>	23
3. Valores mínimo, máximo y promedio de la Biomasa zooplanctónica en los cruceros Altair de 1990 a 1996.....	30
4. Número máximo de larvas por lance de <i>C. hippurus</i> y <i>C. equiselis</i> encontradas por crucero.....	37
5. TM satelital y TM de la estación en donde se observo el máximo número de larvas en cada crucero.....	62

Glosario

Ambiente pelágico: Se divide en dos partes importantes: 1) La zona nerítica, o masa de agua situada sobre la plataforma continental, extendiéndose lejos de la costa hasta una profundidad aproximadamente de 200 metros. 2) Zona oceánica, situada más allá de la plataforma continental con una profundidad mayor a los 200 metros.

Anomalía: Diferencia entre el valor de una variable en un lugar determinado y su promedio a largo plazo en ese mismo sitio.

Distribución espacial: Disposición geográfica de los componentes de una población en un área determinada.

Distribución temporal: Disposición de los componentes de una población a lo largo del tiempo.

Ictioplancton: Fracción del plancton compuesta por huevos y larvas de peces.

Juvenil: Individuo en fase pre-reproductiva, morfológicamente similar a un adulto, con todas las aletas y sus radios completamente formadas y con presencia de escamas.

Larva: Estadio seguido a la eclosión de los peces en donde aún no se tienen todas las características de un organismo adulto.

Meroplanctónicos: Organismos que sólo durante una parte de su ciclo de vida forman parte del plancton.

Pacífico Tropical: Franja del Océano Pacífico acotada por los trópicos de Cáncer y de Capricornio en los hemisferios norte y sur, respectivamente

Pacífico Oriental: Porción del Océano Pacífico próxima a la costa del continente americano.

Peces pelágicos: Categoría asignada a los organismos de nado libre de acuerdo a su ubicación en los ecosistemas acuáticos.

Reclutamiento: Ingreso de individuos jóvenes hacia la población adulta.

Surgencia: Movimiento de agua profunda costera rica en nutrientes hacia la superficie, con magnitud y duración suficientes para que los nutrientes puedan ser aprovechados por organismos fotosintetizadores.

Transformación: Fase del desarrollo larval que se caracteriza por cambios en la forma general y aumento en la adquisición de caracteres corporales que dará origen a un adulto.

I) RESUMEN

Los peces del género *Coryphaena* están constituidos por dos especies: *Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis*. Son especies pelágicas migratorias, principalmente oceánicas y distribuidas en mares tropicales y subtropicales entre los paralelos 41° latitud Norte y 35° latitud Sur en todos los océanos del mundo. Es un recurso con alta demanda para la pesca deportiva, sobre todo en la zona Noroeste del Pacífico mexicano lo que genera importantes divisas y fortalece económicamente algunos centros turísticos del país. Su madurez sexual se presenta a los 4 ó 5 meses de edad tanto en machos como en hembras, presentando dos picos de desove uno en el invierno y otro en el verano. La distribución larval se describe a partir de la revisión de 232 muestras de zooplancton superficial, obtenidas a alta velocidad durante 9 cruceros oceanográficos realizados de agosto de 1990 a mayo de 1996. En total se obtuvieron 178 larvas de dorado, de las cuales 167 pertenecen a *Coryphaena hippurus* y 11 a *Coryphaena equiselis*. Los cruceros más representativos fueron agosto de 1990 y mayo de 1996 por la abundancia de *C. hippurus*, mientras que en los cruceros de agosto de 1992 y agosto de 1995 se observaron larvas de ambas especies. Las pruebas estadísticas no paramétricas determinaron que la abundancia de *C. hippurus* y *C. equiselis* en la fase cálida no es homogénea, ya que mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$). La determinación de los diferentes estadios de desarrollo larval, mostraron mayor abundancia en el estadio de preflexión, corroborándose así que el área de muestreo es una zona de desove para *C. hippurus*. Se compararon las imágenes de satélite de temperatura superficial del mar con los mapas de distribución larval de los cruceros encontrando que la zona de desove de *C. hippurus* es un área con evidente influencia de la isoterma de 28 °C durante el verano y el otoño. Mientras que durante la primavera la isoterma de los 24 °C fue la de mayor influencia.

1) ABSTRACT

Common dolphifish or mahi mahi, or Dorados, belong to genus *Coryphaena* with two species, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*. These fishes are pelagic, migratory, mainly oceanic and their distribution are in tropical seas around the world, between the 41° N latitude and 35° S latitude. This is a resource with high demand in the sport fishing in the coast of the Mexican Pacific, with high incomes from the tourism activity and enhancing the local economy in the tourism centers in México. Their sexual maturity is about 4 or 5 age months for males and females, with two spawning peaks; one of winter and one of summer. The larval distribution is described from 232 zooplankton samples taken at high speed during nine cruises, from August 1990 to May 1996. A total of 178 dolphinfish larvae were found, 167 were to *C. hippurus* and 11 from *C. equiselis*. The most representative cruises were August 1990 and May 1996 with high abundance of larvae of *C. hippurus*. In August 1992 and 1995 both species were found together. However, no parametric statistical tests show that the abundance for this species in the warm phase are not homogenous, because it showed significant differences ($p < 0.05$). The determination of larval development stages showed a higher abundance of larvae in preflexion stage, confirming that the sampling area is a spawning zone for *C. hippurus*. Comparing satellite images with sea surface temperature and the larval distribution maps during the cruises, we found that the spawning zone for *C. hippurus* is a clear area influenced by the 28 °C isotherm on summer and fall, while during the spring is a clear area influenced by the 24 °C isotherm.

II. INTRODUCCIÓN

Los peces de la familia Coryphaenidae denominados “dorados”, constituyen un solo género; *Coryphaena*, el cual comprende dos especies: *C. hippurus* (Linnaeus, 1758) y *C. equiselis* (Linnaeus, 1758) (Gibbs y Collette 1959; Potthoff, 1980). Los machos adultos, desarrollan una cresta fronto-nucal en la parte anterior de la cabeza, diferenciándose de las hembras que permanecen con la giba de la cabeza normal (Rose y Hassler, 1974; Palko *et al.*, 1982).

Los dorados, son especies pelágicas migratorias, principalmente oceánicas, aunque suelen llegar a aguas costeras (Compagno, 1995), se encuentran ampliamente distribuidos en mares tropicales y subtropicales, entre los paralelos 41° de latitud Norte y 35° de latitud Sur en todos los océanos del mundo (Clemens, 1957; Walker, 1960; Tibbo, 1962; Shchervachev, 1973). *C. hippurus* y *C. equiselis* se encuentran bien representados en la región del Pacífico mexicano, sin embargo *C. equiselis* se reporta como una especie con preferencia a las zonas tropicales más cercanas al ecuador (Palko *et al.*, 1982). Son capturados en aguas oceánicas, costeras y ocasionalmente en aguas estuarinas (Briggs, 1960; Ambrose, 1996). Su amplia distribución geográfica, hace difícil generalizar sobre las características físicas y biológicas de las áreas que habita, sin embargo se considera que la temperatura influye en su distribución total estando restringidos por la isoterma de 20 °C y profundidades de 30 m (Kojima, 1961). Se encuentran comúnmente asociados a objetos flotantes naturales o artificiales, tales como troncos, ramas, sogas, boyas y sargazo (Kojima, 1961; Rose y Hassler, 1974; Uchida y Uchiyama, 1986).

En México el dorado es un recurso con alta demanda para la pesca deportiva sobre todo en la zona Noroeste del Pacífico mexicano ya que se le encuentra a través de casi todas las estaciones del año en Baja California Sur y en otros estados como Baja California, Sonora y Sinaloa. Sin embargo, junto con los peces de pico y los atunes soportan una captura comercial a lo largo de toda la costa del Pacífico, la cual se ha venido practicando por muchos años en aguas de nuestro país por barcos

de diferentes naciones denominados “piratas”, los cuales siguen explotando comercialmente estas especies en la Zona Económica Exclusiva y aún dentro de las 50 millas que se han establecido como exclusivas para la pesca deportiva (Santana, 2001).

Es importante mencionar que el dorado es una especie que se captura incidentalmente por barcos cerqueros y palangreros que operan en el Océano Pacífico Oriental. Se ha estimado que esta especie representa el 53.3% del total de los descartes en el periodo comprendido de 1995 al 2000 siendo este organismo el de mayor porcentaje de captura (Documento IATTC-69-03).

Los peces picudos y especies afines (dorados, pez-gallo y sábalo) están reservados como un recurso exclusivo de la pesca deportiva dentro de una franja de 50 millas náuticas a lo largo de la costa (Diario Oficial de la Federación, 1987). Esto genera importantes divisas y fortalece económicamente algunos centros turísticos del país. En Baja California Sur, *C. hippurus* es una especie muy apreciada en la pesca deportiva, organizándose torneos específicos para su captura (Ortega-García, 2000), ya que esta especie junto con el atún de aleta amarilla, constituyen alrededor del 90% de la captura de especies no pertenecientes al grupo de peces de pico (Klett *et al.*, 1996), lo que lo convierte en una parte importante de esta actividad recreativa y económica, debido a que su presencia provee de ejemplares y contribuye a la permanencia y práctica de esta actividad en la región durante todo el año (Palko *et al.*, 1982).

1) CICLO DE VIDA

Los peces de la familia Coryphaenidae son heterosexuales, su madurez sexual se presenta a los 4 ó 5 meses de edad (Randall, 1995). Las hembras desovan de manera parcial 2 o 3 veces por año generalmente por la noche y en mar abierto, sin embargo los desoves pudieran presentarse cercanos a la costa cuando la temperatura del agua se incrementa (Collette, 1995). La producción es entre 80,000

y 1,000,000 de huevos depositados por evento y su fertilización es externa. Los huevos son pelágicos, de forma esférica, transparentes, con un diámetro de 1.2-1.6 mm y con un glóbulo de aceite pigmentado que mide de 0.3-0.4 mm de diámetro (Mito, 1960).

El desarrollo embrionario es rápido para ambas especies. En Hawai se han realizado experimentos con condiciones controladas de temperatura (26 °C) y se ha observado que la primera división celular se presenta a los 40 minutos posteriores a la fertilización. A las 17 horas de desarrollo es posible observar que el embrión ocupa la mitad de la circunferencia del huevo, y que la vesícula óptica está presente. A las 26 horas el embrión ocupa las 2/3 partes de la circunferencia del huevo, el cuerpo tiene movimiento, la vesícula óptica está bien desarrollada, los primordios de las aletas se encuentran presentes y el corazón ha comenzado a latir. A partir de las 28 horas, la cola rompe el huevo y a las 40 horas posteriores a la fertilización se observa una larva de vida libre cuya talla es de 3.9 mm (Hagood y Rothwell, 1979).

La larva presenta motas de melanina a lo largo de todo el cuerpo. El saco vitelino es largo y conspicuo y el pliegue de las aletas se extiende desde la parte ventral de la larva hasta la parte dorsal de la cabeza. El desarrollo larval es rápido, observándose a los 15 días un organismo de 15 mm de longitud, con el hocico afilado, todas las aletas presentes, los ojos y la boca completamente desarrollados y con bandas laterales de pigmentos a lo largo del cuerpo que le dan una tonalidad oscura. Estos organismos se consideran como juveniles y poseen todas las características de un organismo adulto (Hassler y Rainville, 1975). (Fig. 1).

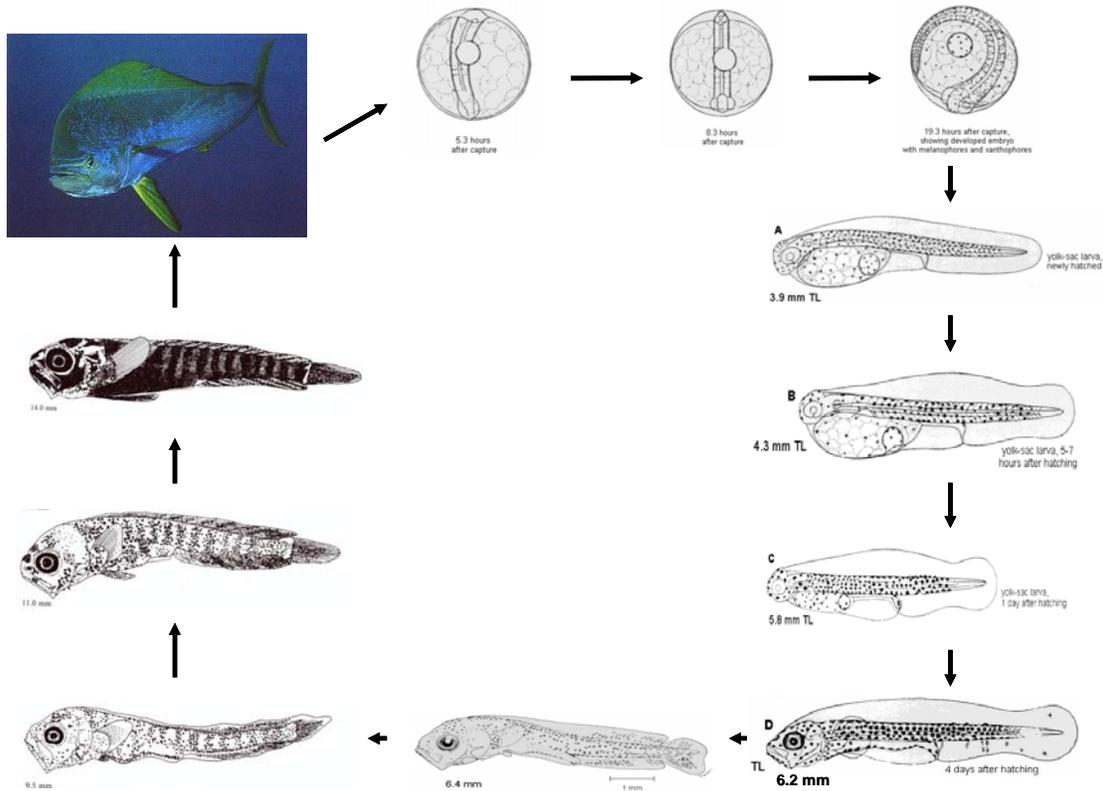


Figura 1. Ciclo de vida del dorado tomado de Palko *et al.*, 1982.

La importancia de identificar áreas que sirvan como hábitat de desove y definir que factores o procesos están regulando su extensión y cualidades, se manifiesta con la idea de que la magnitud del desove y la supervivencia posterior determinan la intensidad del reclutamiento (Hinojosa, 2004). En la actualidad, es claro que la actividad reproductora de peces pelágicos está determinada entre otras cosas por una variedad de factores ambientales indirectos, tales como el fotoperiodo y la temperatura. Esta última regula todos los procesos metabólicos y la velocidad a la que se llevan a cabo éstos, lo que es un factor determinante en la distribución de los organismos y marca de manera aún más estrecha su espacio y periodo reproductivo (Bakun, 1996).

En el presente trabajo se identifica a la zona de estudio como un área importante de desove de dorado, utilizando como indicador la presencia de larvas en la etapa de preflexión. Por otro lado se observan las características oceanográficas del área, determinando las variables ambientales que hacen posible la presencia de las larvas.

III. ANTECEDENTES

Debido a que el dorado es una especie pelágica altamente migratoria se han podido realizar numerosos estudios relacionados con aspectos de su biología general alrededor de todo el mundo; dentro de los cuales destacan los de Gibbs y Collette (1959); Rose y Hassler (1974); Potthoff (1980); Palko *et al.*; (1982) y Compagno (1995) quienes llevan a cabo un marco general sobre su morfología externa y hábitos de vida. En cuanto a su amplia distribución mundial es importante mencionar los estudios realizados por: Clemens (1957); Walker (1960); Briggs (1960); Kojima (1961); Tibbo (1962); Shchervachev (1973); Palko *et al.*, (1982); Uchida y Uchiyama (1986) y Compagno (1995); en donde se toman como aspectos importantes a considerar la temperatura y la salinidad, ya que se observa que son variables que marcan su distribución. Los estudios realizados sobre sus hábitos alimenticios en donde se analizan a detalle los contenidos estomacales del dorado, muestran que se alimentan principalmente de peces de la familia Exocoetidae, sin embargo también lo hacen de cefalópodos y crustáceos ubicándolo como uno de los depredadores tope del ecosistema marino (Rose y Hassler, 1974; Manooch *et al.*, 1983; Aguilar, 1993; Oxenford y Hunte, 1999; Olsón y Galván, 2002; Tripp, 2005). En cuanto a los estudios de edad y crecimiento se ha podido observar que hay una estrecha relación entre las marcas de los anillos con la variación anual de la temperatura y el ciclo reproductivo de la especie, dentro de los que destacan los trabajos realizados por Beardsley (1967); Uchiyama *et al.*, (1986) y Torres (1996).

Los estudios de capturas del dorado en la pesca deportiva, artesanal y comercial mencionan la importancia de este recurso como una actividad recreativa, generadora de divisas debido al turismo, así como la explotación que se le da a este recurso al margen de la ley en la pesca artesanal con fines comerciales (Palko *et al.*, 1982; Anónimo, 1992; Saucedo, 1992; Beltrán, 1995; Klett *et al.*, 1996; Ortega-García, 2000; Santana, 2001; Revelo, 2003)

Para determinar el ciclo reproductivo de la población se han llevado a cabo varios estudios dentro de los que destacan los realizados por Beardsley (1967) en la Corriente de Florida. El determina el estadio de madurez de *C. hippurus* mediante observaciones macroscópicas de las gónadas, encontrando que el periodo de desove se extiende a lo largo de nueve meses (noviembre-julio) con un pico durante los meses de enero, febrero y marzo. En el Mediterráneo Massuti y Morales (1995) y Potoschi *et al.* (1999) realizan estudios sobre reproducción del dorado estableciendo que el desove de *C. hippurus* tiene lugar entre junio y agosto para las hembras y junio y septiembre para los machos, determinando que el pico de abundancia de organismos maduros de esta especie se encuentra cuando las temperaturas del mar oscilan entre 25 °C y 28 °C. Finalmente Wu *et al.*, (2001) realiza estudios sobre la biología de *C. hippurus* en la costa este de Taiwán encontrando que el desove se lleva a cabo a lo largo de todo el año con un pico reproductivo de febrero a marzo, situación similar que se ha podido observar con las poblaciones de Florida (Gibbs y Collette, 1959, Beardsley, 1967).

Para la zona del Pacífico mexicano, en particular la zona de Cabo San Lucas se encuentra el estudio realizado por García (1995), quien determina que los adultos maduros presentan dos picos de desove a lo largo del año, uno muy pronunciado en invierno y otro durante el verano, mientras que en las costas de Sinaloa De la O y Barcelata (1990) mencionan que el periodo de reproducción corresponde a los meses cálidos, observando que los adultos desovan entre mayo y septiembre cuando las temperaturas fluctúan entre los 21 °C y 30 °C.

En el caso de dorado, son muy pocos los estudios que se han llevado a cabo con respecto a los primeros estadios de vida, ya que la colecta de las larvas es difícil debido a la velocidad de arrastre que se ha utilizado durante el muestreo en la mayoría de los estudios, por lo cual el número de larvas colectadas generalmente es reducido.

Gibbs y Collette (1959) realizaron un estudio sobre la distribución y biología de los adultos en el Atlántico central, encontrando que el dorado desova a lo largo de todo el año. En este trabajo se observó la presencia de juveniles de *C. hippurus* en la corriente de Florida, mostrando un máximo en su abundancia a principios del verano. Para *C. equiselis* observa que el desove en la Florida y las Bahamas se lleva a cabo durante todas las estaciones del año incluyendo el invierno, sin embargo para el Golfo de México observa dos picos que se presentan durante la primavera y el verano. Shcherbachev (1973) hace un estudio de distribución de larvas y juveniles de dorado para la zona del Pacífico Occidental y Océano Indico. En este menciona que el dorado desova en aguas tropicales de manera intermitente durante todo el año; sin embargo en la periferia de su área de distribución observa que la época de desove se limita a los periodos cálidos. El mapa de distribución de los organismos muestra que los especímenes colectados tienen una longitud estándar (Ls) mayor a 350 mm para *C. hippurus*, y a 150 mm para *C. equiselis*, por lo cual dicha distribución es propiamente de organismos juveniles de ambas especies. Johnson (1978) realiza un estudio sobre los estadios de desarrollo de los peces en el Atlántico central mencionando que probablemente el desove de *C. hippurus* se produce en respuesta al aumento de la temperatura superficial del agua y que por lo tanto tiene lugar antes en el Caribe que en la corriente de Florida y que en el Golfo de México.

Para el Pacífico Oriental tropical se llevaron a cabo dos estudios en 1967 para el programa EASTROPAC I (febrero-marzo) y EASTROPAC II (agosto-septiembre), los cuales se realizaron desde Manzanillo, Colima hasta la zona sur de Ecuador. En total para el programa EASTROPAC I se hicieron 482 arrastres de plancton con una red oblicua tanto en la zona costera como en la zona oceánica, donde se obtuvieron 118 larvas de *Coryphaena* spp., distribuidas a lo largo de toda el área de estudio. Sin embargo estas no pudieron ser identificadas a especie por encontrarse en estadios tempranos. Para el programa EASTROPAC II se obtuvieron un total de 185 larvas las cuales se distribuyeron únicamente en la parte norte del Ecuador y algunas muy cercanas a la costa. Los estadios más tempranos no pudieron ser identificados a especie, sin embargo en organismos más desarrollados pudo observarse que la

presencia de *C. hippurus* se ubicó más cercano a la costa mientras que *C. equiselis* se distribuyó en la región oceánica (Ahlstrom, 1971 y 1972).

Posteriormente para la misma zona se encuentra el trabajo realizado por Charter *et al.* (1989) en dos cruceros para la NOAA, en donde se llevaron a cabo arrastres de plancton costeros y oceánicos con red manta desde la parte norte de B.C.S. hasta la parte oeste del Golfo de Panamá. En ambos cruceros se capturaron ejemplares juveniles de *C. hippurus* cercanos a la costa, y ejemplares juveniles de *C. equiselis* en la zona oceánica representando ambas especies solo el 2.3% de un total de 167 arrastres realizados de julio a diciembre de 1989.

Aoki y Ueyanagi (1989) realizaron un trabajo similar al de Shcherbachev (1973) en donde describieron la morfología y distribución de larvas y juveniles de dorado para la zona del Pacífico central Oriental y para el Atlántico Occidental. En este estudio obtuvieron un total de 597 individuos de 3 a 55 mm de Ls, encontrando a las larvas de ambas especies en aguas superficiales con una temperatura ≥ 24 °C. Los mapas de distribución muestran mayor presencia de *C. equiselis* en aguas frente a México.

Uchiyama *et al.* (1992) capturaron larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* en aguas de Hawaii con temperaturas de 23.7 °C a 27.2 °C, donde observaron que la distribución de las larvas de *C. hippurus* es más cercana a la costa (1 milla náutica, mn), mientras que las larvas de *C. equiselis* se encuentran en océano abierto, o cerca de las islas oceánicas.

En el caso del Golfo de México se llevó a cabo un estudio por Ditty *et al.* (1994), en donde se observa que las larvas de ambas especies se encuentran distribuidas en la zona nerítica y las aguas oceánicas del Golfo muy cerca de la superficie, en donde el 90% de larvas de *C. hippurus* y cerca del 80% de larvas de *C. equiselis* se encuentran en aguas oceánicas fuera del continente.

Watson *et al.* (2002) en dos cruceros realizados por la NOAA colectaron un total de 68 juveniles de *C. hippurus* con red manta y 3 ejemplares con red bongo. En ambos casos los juveniles se ubicaron muy cercanos a las costas mexicanas de B.C.S., Jalisco y Chiapas así como hacia la zona de América Central. Para el caso de *C. equiselis* se colectaron un total de 139 juveniles con red manta y 6 juveniles con red bongo. Los mapas de distribución de los organismos muestran algunos ejemplares relativamente cercanos a las costas de Jalisco y Colima así como en el área de América Central. El resto de los ejemplares obtenidos se ubica en aguas oceánicas.

Por otro lado diversas Instituciones de investigación, han realizado colectas de plancton en aguas del Pacífico mexicano. Tal es el caso del programa California Cooperative Oceanic Fisheries Investigation (CalCOFI) que se llevó a cabo de 1956 a 1984, el cual realizó 31,214 arrastres y obtuvo un total de 457 larvas de dorado. En este estudio se observó que dichos ejemplares presentaron una estacionalidad muy marcada para los meses cálidos del año y una mayor abundancia para la zona sur de la costa occidental de la península de Baja California.

El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) realizó 22 cruceros a lo largo del Golfo de California y la Costa Occidental de Baja California Sur entre 1984 y 1988. En estos se llevaron a cabo un total de 1020 arrastres oblicuos de plancton con redes tipo Bongo a lo largo de todas las estaciones del año, en donde se obtuvo un porcentaje de larvas pertenecientes al género *Coryphaena* menor al 0.1% de abundancia relativa para la costa occidental; y mayor al 0.1% de abundancia relativa para la costa oriental de la península (Aceves, 2003), lo que muestra la dificultad en la obtención de ejemplares.

IV) JUSTIFICACIÓN

El dorado junto con los peces de pico, es una de las especies más populares para la pesca deportiva en la región de Baja California Sur, lo que ha propiciado que dicha actividad tenga un gran impacto económico estimado en 54 millones de dólares anuales (Ditton *et al.*, 1996) convirtiéndola en una de las más importantes para la región. Sin embargo, actualmente existe el interés por parte del sector pesquero en abrir la pesca comercial para dicha especie, haciendo necesario la realización de estudios biológicos y pesqueros que complementen la información sobre el ciclo de vida y la dinámica poblacional del dorado en el Pacífico Oriental mexicano. Los estudios ictioplanctónicos, han demostrado ser de gran utilidad para el entendimiento de la biología reproductiva de una especie, ya que ayudan a determinar las épocas de reproducción, las áreas de desove y el tamaño de la fracción reproductora de las poblaciones de peces (censos de huevos y larvas); así como determinar las tasas del desarrollo, crecimiento, comportamiento, y mortalidad de los estadios tempranos (Arthur, 1976; Hempel, 1979; Lasker, 1981). El siguiente trabajo pretende aportar una parte de la información biológica sobre los primeros estadios de vida de los dorados que pueda ser utilizada como base para aquellos sectores dedicados a la administración de los recursos, con el objeto de dar un uso adecuado y conservar esta especie en los litorales de México y en particular en B.C.S.

V) HIPÓTESIS

Las áreas de desove del dorado tienen lugar en la zona del Pacífico Nororiental Tropical frente a México y se presentan en aguas con temperatura superficial \geq a 24 °C.

VI) OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar si dentro de las aguas del Pacífico Nororiental Tropical frente a México, hay zonas de desove y áreas de crianza de dorado tomando como evidencia la presencia de sus larvas, así como su posible relación con algunos parámetros ambientales.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la biomasa zooplanctónica y su relación con la presencia de larvas de dorado en el Pacífico Nororiental Tropical frente a México.
- Determinar la distribución espacio-temporal de las larvas de dorado en el Pacífico Nororiental Tropical frente a México en nueve cruceros realizados de 1990 a 1996.
- Determinar las zonas indicadoras de desove del dorado en función de la presencia de larvas en estadio de preflexión en el Pacífico Nororiental Tropical frente a México.
- Determinar el patrón de condiciones térmicas del Pacífico Nororiental Tropical frente a México durante el periodo 1990-1996 utilizando imágenes de satélite de temperatura superficial del mar (TSM).

VII) ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio se encuentra ubicada entre los 17° y 27° latitud Norte y los 102° y 115° longitud Oeste, en la costa oriental del Océano Pacífico. Esta zona tiene una considerable importancia económica principalmente por la captura de especies pelágicas mayores como los atunes, los picudos y el dorado (Joseph *et al.*, 1988) (Fig. 2).

Las condiciones climáticas en esta región están fuertemente influenciadas por dos corrientes principales: la Corriente de California cuya influencia llega más allá de Cabo Corrientes produciendo un clima de frío a templado durante las épocas de invierno-primavera y la Corriente Norecuatorial en donde prevalecen aguas cálidas notándose su influencia hasta la boca del Golfo de California, provocando un clima cálido húmedo característico de las épocas de verano y otoño (Beier, 2005).

Estudios recientes muestran que existe sobre la costa, una corriente permanente hacia el polo, denominada Corriente Mexicana del Oeste que no es más que el nombre que se le da a la corriente costera de Costa Rica cuando pasa a lo largo de las costas continentales de México. Cuando dicha corriente confluye con la corriente de California ambas giran y realimentan al sistema ecuatorial correspondiendo la zona de colisión de ambas corrientes a la isoterma de los 21 °C (Badan, 1997; Fischer *et al.*, 1995)

La intensidad de la Corriente Costera de Costa Rica y la latitud en la cual confluye con la corriente de California varía estacionalmente, en función de los sistemas atmosféricos. La mayor intensidad del sistema ecuatorial y de la corriente Costera de Costa Rica es durante el verano y una parte del otoño, cuando la corriente de California se debilita y la corriente Norecuatorial inunda a la zona del Golfo de California con sus aguas cálidas. La isoterma de los 21 °C se encuentra en su punto más alto durante el mes de agosto ubicándose alrededor de los 30°N frente a las costas de Ensenada, Baja California. Por el contrario el sistema Ecuatorial y la

Corriente Costera de Costa Rica presentan su mínima intensidad cuando la Corriente de California alcanza su extensión máxima durante el invierno y la primavera, inundando la zona del Golfo de California con sus aguas templadas. La isoterma de los 21 °C se encuentra en su punto más sur durante el mes de abril ubicándose a una latitud de 21°N frente a las costas de los Cabos, Baja California Sur (Badan, 1997; Fischer *et al.*, 1995).

En general para toda el área de estudio la plataforma continental es estrecha, con excepción de la porción comprendida entre Punta Abreojos y el norte de Bahía Magdalena, donde la plataforma excede 100 km de amplitud (Amezcuca-Linares, 1985; Chávez-López, 1995; Filonov *et al.*, 2000) y la región de los Cabos que carece de plataforma continental y en la que se encuentran profundidades de 500 m cercanos a la costa (Abitía-Cárdenas, 1992)



Figura 2. Área de estudio.

1) COBERTURA GEOGRÁFICA DE CADA CRUCERO

CRUCERO ALTAIR 9008

El área de estudio se ubicó entre el extremo sur de la península de Baja California, el archipiélago de las Revillagigedo y las costas de Jalisco (Fig. 3).

CRUCERO ALTAIR 9109

En este crucero solo se analizó la primera etapa que comprendió la parte norte de Manzanillo, Colima hasta los alrededores de las Islas Marías (Fig. 4).

CRUCERO ALTAIR 9111

Este crucero se realizó desde Bahía Banderas, Jalisco hasta la Laguna de Cuyutlán, Colima (Fig. 5).

CRUCERO ALTAIR 9206

Este crucero se llevó a cabo desde Manzanillo, Colima hasta Topolobampo, Sinaloa (Fig. 6).

CRUCERO ALTAIR 9208

De este crucero solo se analizó la primera etapa que se realizó de Manzanillo, Colima hasta Cabo San Lucas, B.C.S. (Fig. 7).

CRUCERO ALTAIR 9211

El área de estudio de este crucero comprendió desde Puerto Vallarta, Jalisco hasta Manzanillo, Colima (Fig. 8).

CRUCERO ALTAIR 9308

El área de estudio de este crucero abarca desde Manzanillo, Colima a Punta Eugenia, B.C.S. (Fig. 9).

CRUCERO ALTAIR 9508

Este crucero comprendió desde la parte sur de Cabo San Lucas, B.C.S., hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán (Fig. 10).

CRUCERO ALTAIR 9605

Este crucero se realizó frente a las costas de Manzanillo, Colima (Fig. 11).

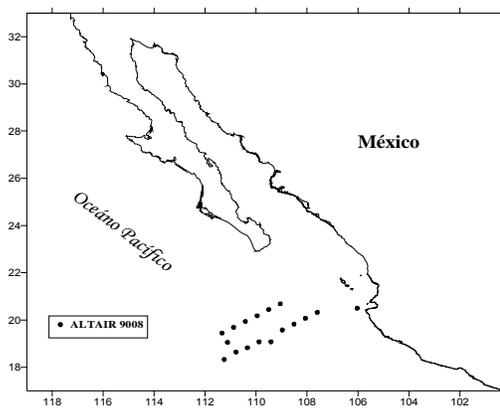


Figura 3. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9008.

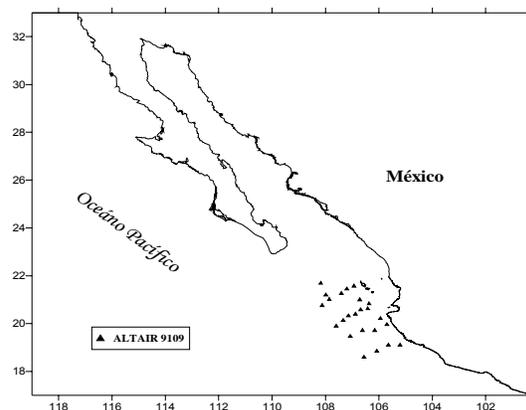


Figura 4. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9109.

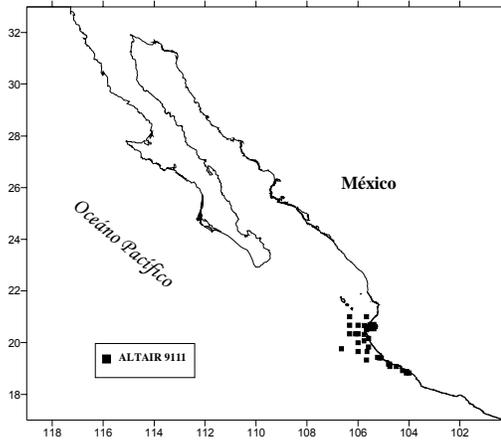


Figura.5. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9111.

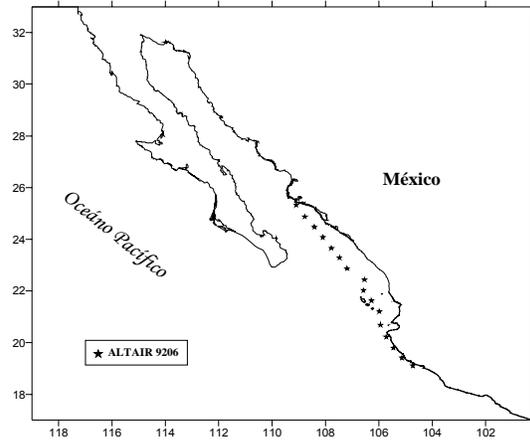


Figura. 6. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9206.

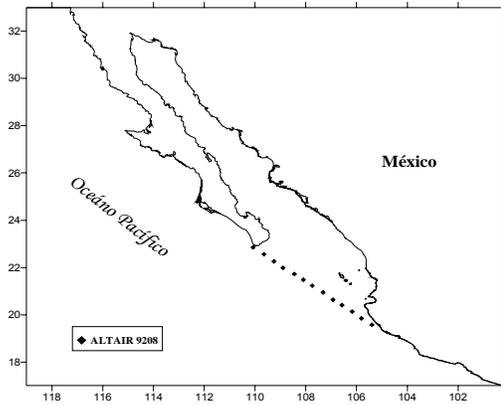


Figura.7. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9208.

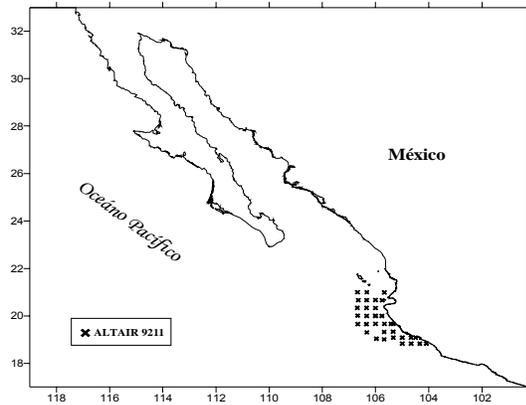


Figura 8. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9211.

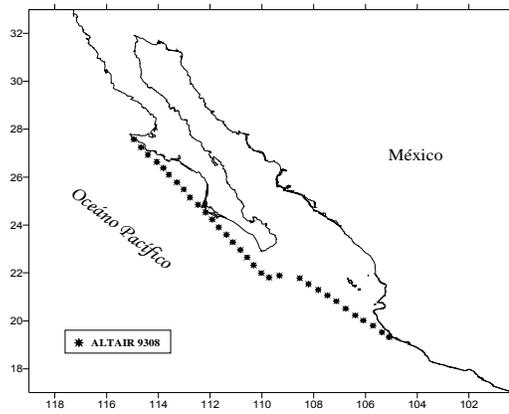


Figura.9. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9308.

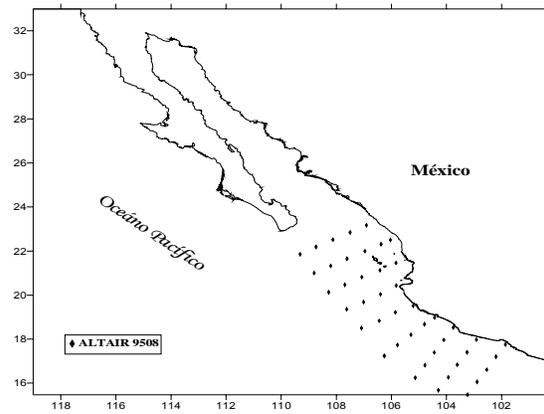


Figura.10. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9508.

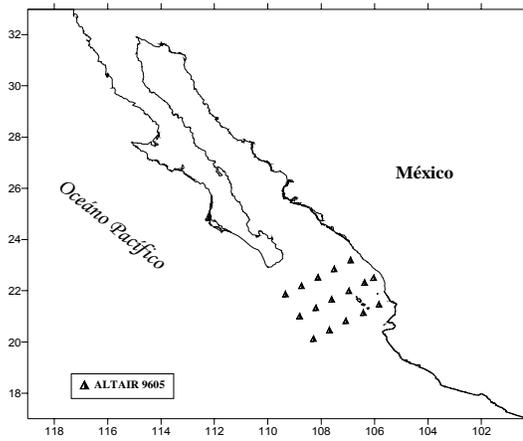


Figura.11. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas del crucero ALTAIR 9605.

VIII) MATERIALES Y MÉTODOS.

El material biológico utilizado en el presente estudio, proviene de nueve cruceros oceanográficos realizados durante los años de 1990, 1991, 1992, 1993, 1995 y 1996 a bordo del B/H ALTAIR con un total de 232 estaciones. Las muestras fueron colectadas llevando a cabo arrastres superficiales con redes de plancton de dos tipos: red Bongo con una luz de malla de 1000 y 500 micras (μ), y red cilíndrica (500 μ) (Tabla 1).

Tabla 1.- Características de los cruceros ALTAIR.

CRUCERO	FECHA	No. DE ESTACIONES	TIPO DE RED	LUZ DE MALLA (μ)
9008	28-31 de agosto de 1990	19	Bongo	1000 y 500
9109	8-12 de septiembre de 1991	24	Bongo Cilindro cónica	500 500
9111	7-29 de noviembre de 1991	32	Cilindro cónica	500
9206	20-23 de junio de 1992	16	Cilindro cónica	500
9208	28-30 de agosto de 1992	14	Cilindro cónica	500
9211	7-15 de noviembre de 1992	34	Cilindro cónica	500
9308	2-9 de agosto de 1993	32	Cilindro cónica	500
9508	17-31 de agosto de 1995	45	Cilindro cónica	500
9605	18-22 de mayo de 1996	16	Bongo	500

Los muestreos se realizaron a una velocidad promedio de 3.5 nudos durante 15 minutos siguiendo la metodología utilizada por González-Armas, (1993) y González-Armas *et al.* (1999). Los datos de cada estación se registraron según la metodología de Smith y Richardson (1979). Las muestras fueron fijadas con formaldehído al 4% y neutralizadas con una solución saturada de borato de sodio. En el laboratorio, la biomasa planctónica fue medida con el método de volumen desplazado de Beers (1976) y se estandarizó a unidades de ml/1000 m³ para su

comparación. Sobre la base del promedio obtenido de cada crucero, se determinó la variación anual e interanual.

Una vez que se llevó a cabo la separación del ictioplancton del total de cada una de las muestras de zooplancton, se seleccionaron las larvas de dorado y se depositaron en frascos viales de vidrio con capacidad de 11 ml y fueron etiquetados con los datos de cada estación. Para determinar si había una relación entre el número de larvas y la biomasa zooplanctónica se aplicó una prueba de correlación de Spearman.

Las larvas de dorado fueron identificadas con base en las características básicas de su morfología externa descritas por Ambrose (1996); haciendo especial énfasis en el ángulo formado por la mandíbula inferior, largo del intestino, y la forma del ojo. Para el caso de las larvas más pequeñas se llevó a cabo el conteo de miómeros. (Fig. 12)

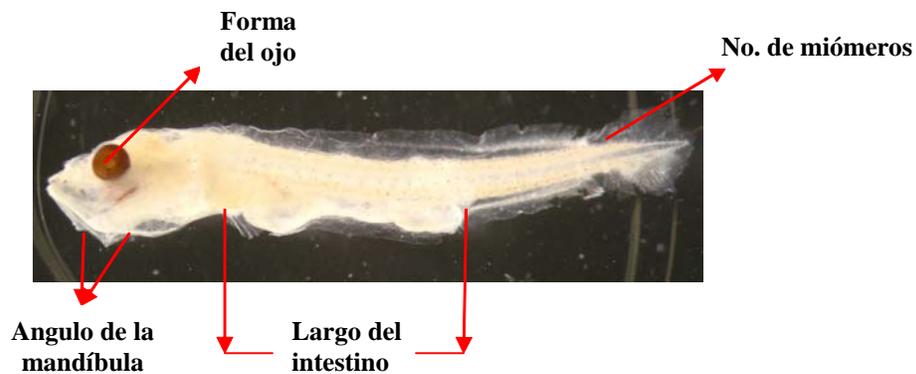


Figura 12. Características diagnósticas de larvas de la familia Coryphaena.

Para la identificación a especie se llevaron a cabo observaciones de las características diagnósticas tanto morfológicas como merísticas (Figs.13,14,15,16 y 17) de cada organismo utilizando la nomenclatura propuesta por Ambrose (1996) (Tabla 2).

Tabla 2.- Características diagnósticas para la identificación de *Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis*.

<i>Coryphaena hippurus</i>	<i>Coryphaena equiselis</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Usualmente 31 miómeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Usualmente 33 miómeros
<ul style="list-style-type: none"> • Espina supraocular presente 	<ul style="list-style-type: none"> • Espina supraocular reducida
<ul style="list-style-type: none"> • 4 espinas preoperculares 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 espinas preoperculares
<ul style="list-style-type: none"> • Aletas pélvicas pigmentadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aletas pélvicas sin pigmento
<ul style="list-style-type: none"> • Aleta caudal pigmentada 	<ul style="list-style-type: none"> • Aleta caudal sin pigmento o con pigmento de la base a la parte media de los radios de la aleta caudal
<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo con pigmentos en forma de banda 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo sin un patrón definido en la pigmentación

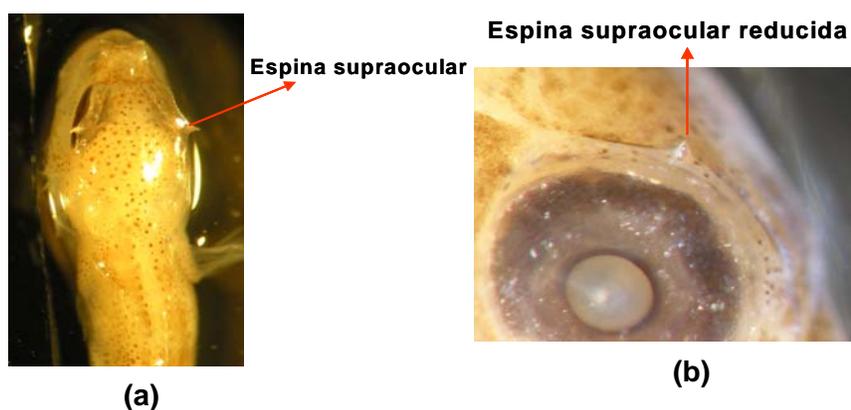
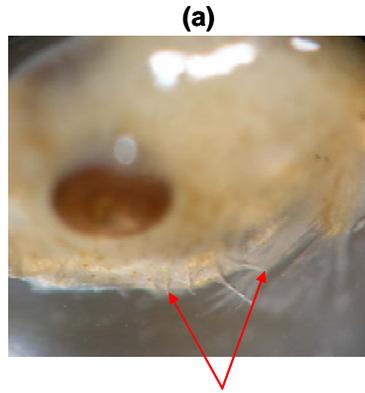
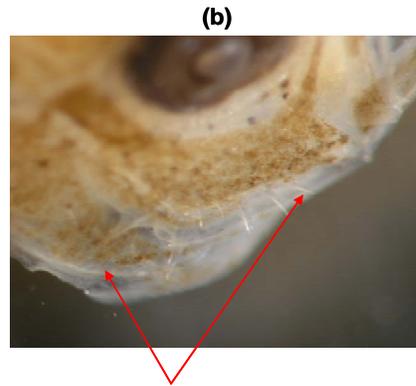


Figura 13. Espina supraocular en larvas de *Coryphaena hippurus* (a) y *Coryphaena equiselis* (b).

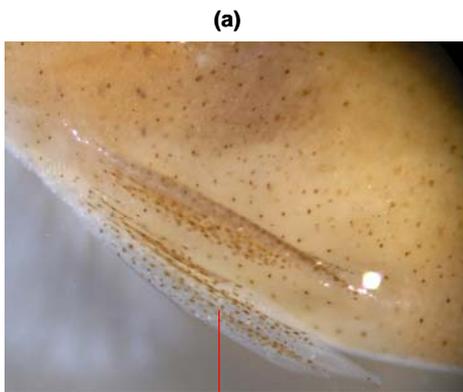


4 espinas preoperculares



5 espinas preoperculares

Figura 14. Espinas preoperculares en larvas de *Coryphaena hippurus* (a) y *Coryphaena equiselis* (b).

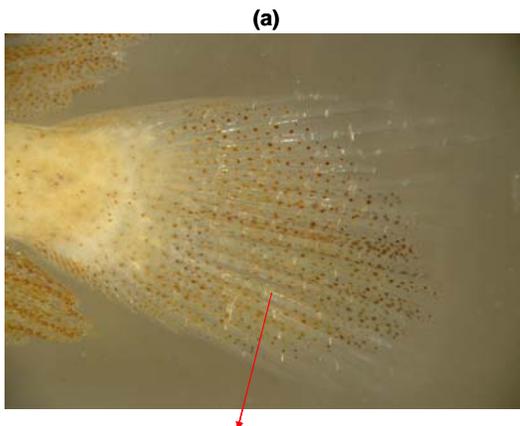


Con pigmento

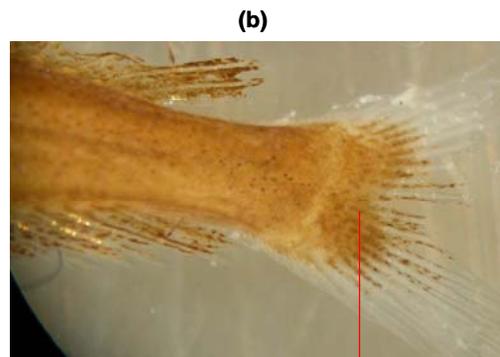


Sin pigmento

Figura 15. Aletas pélvicas de *Coryphaena hippurus* (a) y *Coryphaena equiselis* (b).



Pigmento a todo lo largo de los radios de la aleta caudal



Pigmentos de la base a la parte media de los radios de la aleta caudal

Figura 16. Aleta caudal de *Coryphaena hippurus* (a) y *Coryphaena equiselis* (b).



Figura 17. Pigmentos del cuerpo en larvas de *Coryphaena hippurus* (a) y *Coryphaena equiselis* (b).

Una vez identificadas las larvas de cada especie se determinó el número de las mismas por crucero y sobre esta base se observó su distribución espacial y temporal. Para la descripción de la distribución espacial, se dividió el área de estudio en dos regiones de acuerdo a la división geográfica de la república mexicana: La región Noroeste que incluye las costas de los estados de B.C.S., Sonora y Sinaloa y la región central que incluye las costas de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán.

Para identificar las áreas de desove del dorado se tomó la Ls de cada ejemplar mediante un vernier con precisión de 0.1 mm y para los organismos más pequeños un micrómetro ocular de 0.01 mm, calibrado y montado a un microscopio estereoscópico. Posteriormente se clasificaron en tres estadios de desarrollo: Estadio larval, estadio de transformación y estadio juvenil (Palko, 1982). El estadio larval a su vez se dividió en tres etapas que se basan en el grado de flexión de la sección terminal de la notocorda durante la formación de la aleta caudal, y se definen de la siguiente manera (Ahlstrom *et al.*, 1976 y Kendall *et al.*, 1984):

Preflexión: Fase en la cual la larva ya no depende de sus reservas de vitelo y comienza a alimentarse del medio y termina cuando inicia la flexión de la notocorda.

Flexión: Fase de desarrollo larval el cual inicia en el momento en que la punta de la notocorda se pone curva, a la vez que los huesos hipurales y los radios principales de la aleta caudal se desarrollan.

Postflexión: Fase de desarrollo larval en que la punta de la notocorda esta en su posición final, aproximadamente a 45° del eje de la notocorda.

Una vez separadas las larvas por estadio de desarrollo se llevó a cabo un histograma de frecuencia de tallas. Finalmente se realizaron mapas utilizando el programa Surfer versión 7 para ilustrar la biomasa zooplanctónica, la distribución espacial de las larvas de ambas especies y la distribución espacial del estadio de preflexión.

El análisis de distribución de las larvas y su relación con la temperatura superficial del mar se llevo a cabo mediante una prueba de bondad de ajuste χ^2 utilizando una tabla de contingencia 2X2 que nos permitiera ver si la distribución de ambas especies era o no homogénea durante la fase cálida.

Para la relación con la estructura térmica se realizaron mapas de distribución de larvas y se relacionaron con imágenes de temperatura superficial del mar (TSM) promedio mensual del satélite Pathfinder AVHRR de 4km x 4km de resolución espacial, extraídas del servidor de NASA del url: <ftp://podaac.jpl.nasa.gov/pub>. Las imágenes mensuales son compuestas de imágenes diarias que aunque el efecto de las nubes en alguna medida se filtra no lo hace totalmente dando pequeñas áreas del océano con la temperatura superficial más frías de lo real. El método más usado para filtrar las nubes es eliminar áreas frías en que los apartamientos de temperatura superen 2.5 veces el valor de la varianza local. Este método, aunque efectivo, no es el apropiado, por lo cual se realizó una descomposición en bandas de frecuencias. Debido a que el muestreo es mensual el periodo mínimo detectable es dos meses. Entre dos y 5 meses las frecuencias corresponden a fenómenos de mesoescala, entre 6 meses y un año corresponden a la componente semianual y anual que en

conjunto con el valor medio forman la evolución estacional del campo de la TSM. Las frecuencias bajas entre uno y siete años, (longitud del muestreo), corresponden a fenómenos interanuales

El método de separación en bandas de frecuencias consiste en extraer primero una banda muy significativa y dominante que corresponde al ciclo estacional, lo cual se realizó por medio del ajuste de los armónicos siguientes: valor medio (frecuencia cero); anual y semianual por medio de un ajuste por cuadrados mínimos. La teoría de este ajuste se puede encontrar en Ripa (2002), donde también se encontrarán una descripción de los errores del ajuste. De manera similar, la descomposición fue realizada por Espinosa *et al.* (2004) y es de la forma:

$$R_e(x, y, t) = T(x, y, t) - \underbrace{(T_m + T_a \cos(\omega t - \phi_a) + T_s \cos(2\omega t - \phi_s))}_{\text{Ciclo.estacional}}$$

donde, T_m , T_a y T_s son el valor medio, la amplitud anual y la semianual respectivamente, ϕ_a, ϕ_s son las fase anuales y semianuales respectivamente, la frecuencia es $\omega = \frac{2\pi}{365.25 \text{ días}}$. El segundo termino del lado derecho de la ecuación es el ciclo estacional y el primero las observaciones.

Los residuos, término del lado derecho de la ecuación contienen la variabilidad intra-anual de mesoescala y la parte interanual con variaciones conocidas en sus frecuencias altas como El Niño/La Niña. Lo más importante es que las series de tiempo de los residuos presentan dos bandas de frecuencias muy separadas entre si y fáciles de separar usando una descomposición en Funciones Empíricas Ortogonales (FEOs). Los FEOs son una descomposición en funciones ortogonales entre sí y que explican la varianza total en base a los autovalores de cada función. Aquellos autovalores de varianza baja son lo que corresponden principalmente al efecto de las nubes, mientras que los primeros de varianza alta son los que explican

la gran escala. Así podemos reconstruir los residuos en base a las primeras autofunciones y descartar (filtrar) el ruido que producen las nubes.

Finalmente se realizó el cálculo de la temperatura media observada y la temperatura media satelital y se relacionó con la distribución de parches de ambas especies.

IX) RESULTADOS

1) BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA

De manera general de 229 muestras de plancton revisadas durante el periodo de estudio los valores mínimo, máximo y promedio obtenidos de la biomasa zooplanctónica fueron de 0.7, 745.8 y 91.5 ml/1000 m³ respectivamente, con la mayor frecuencia porcentual de los 50 a los 200 ml/1000 m³ y la moda en los 46 ml/1000 m³ (Fig.18).

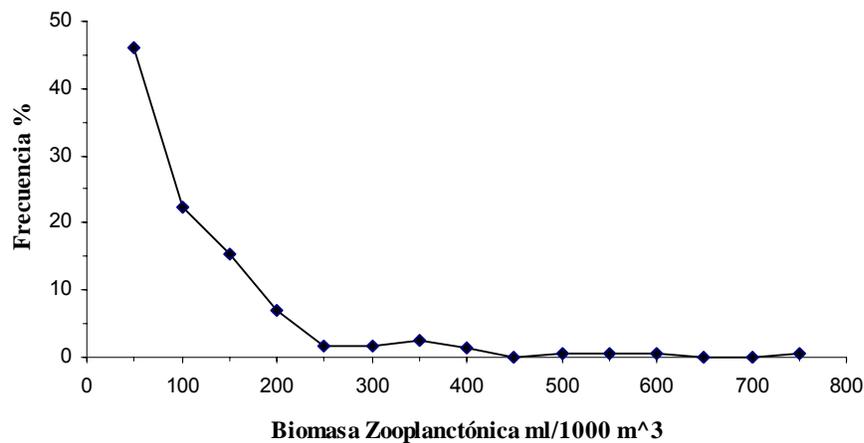


Figura 18. Frecuencia porcentual de registros de biomasa zooplanctónica en los cruceros.
Altair 1990-1996.

1.1) VARIACIÓN TEMPORAL

Como se puede observar los valores del volumen promedio de la biomasa zooplanctónica más elevados se presentaron durante el mes de agosto de 1990 y 1993, así como en noviembre de 1991, mientras que en 1992 ambos meses muestran un decremento, sin embargo hay que tener en cuenta que estos decrementos no se presentan de manera proporcional a lo largo de los años (Fig. 19).

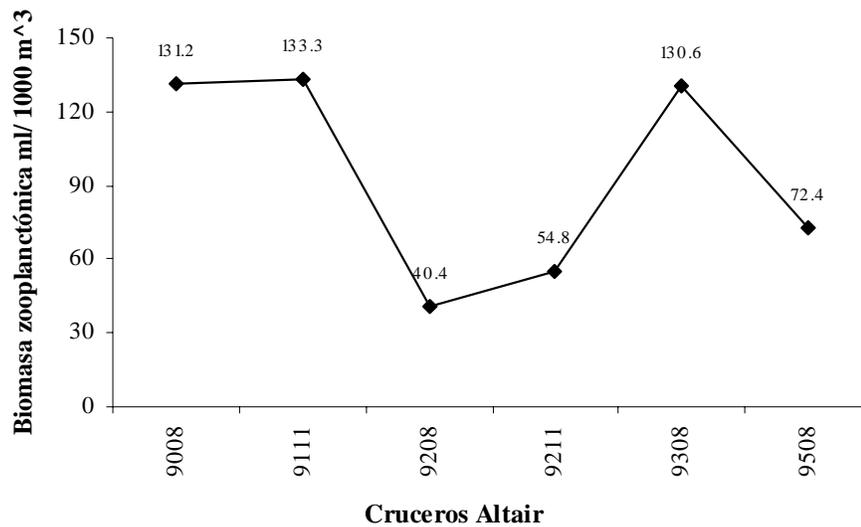


Figura 19. Biomasa zooplanctónica de los cruces Altair 9008, 9111, 9208, 9211, 9308 y 9508.

En el resto de los cruces no es posible observar una tendencia debido a que no existe una secuencia en los meses muestreados para cada año, sin embargo cabe mencionar que el cruce donde hubo un mayor volumen promedio de biomasa zooplanctónica fue noviembre de 1991, mientras que mayo de 1996 presentó los valores más bajos (Tabla 3).

Tabla 3.- Valores mínimo, máximo y promedio de la Biomasa zooplanctónica en los cruces Altair de 1990 a 1996.

CRUCERO	MIN	MAX	PROM
9008	3.21	745.83	131.21
9109	5.30	325.76	117.23
9111	2.44	483.62	133.34
9206	10.05	278.26	86.58
9208	9.44	75.70	40.42
9211	8.59	262.24	54.82
9308	9.62	573.91	130.56
9508	3.13	399.12	77.42
9605	0.73	56.38	16.86

La variación intra-anual se observó al realizarse dos o más cruceros a lo largo del mismo año. El valor promedio de biomasa zooplanctónica en septiembre de 1991 fue de 117.2 ml/1000 m³ teniendo un pequeño incremento en noviembre del mismo año. Para 1992, junio fue el que presentó el valor más alto con 86.6 ml/1000 m³ disminuyendo los valores de biomasa zooplanctónica casi a la mitad para agosto y observándose un ligero incremento para noviembre. Al parecer en ambos años se presentan pequeños incrementos durante el mes de noviembre, teniendo en cuenta que los incrementos y decrementos no son proporcionales año con año, sin embargo de manera general la variación entre un año y otro presentó una tendencia decreciente (Fig. 20).

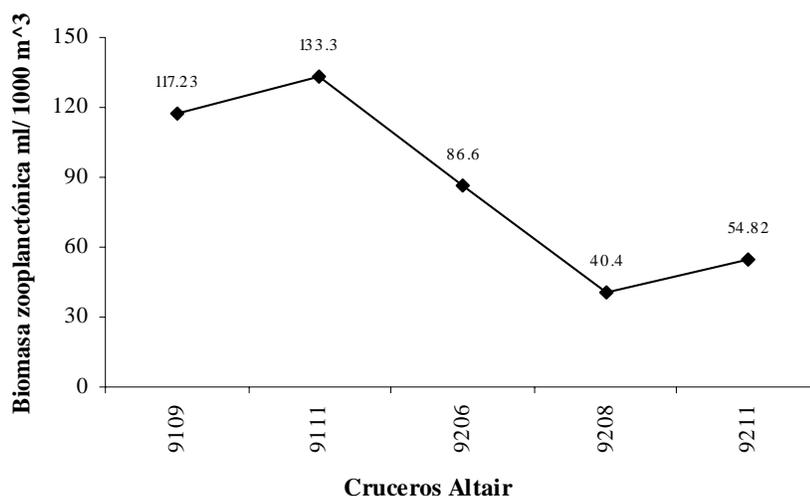


Figura 20. Biomasa zooplanctónica de los cruceros Altair 9109, 9111, 9206, 9208 y 9211.

1.2) VARIACIÓN ESPACIAL

Los valores promedio de biomasa zooplanctónica no presentan mucha variación en el área de estudio, observándose niveles de bajos a medios entre los intervalos de 16.9 a 54.8 ml/1000 m³ y de 77.4 a 133.3 ml/1000 m³ durante todos los cruceros (Tabla 3). Los núcleos de biomasa media se observaron en la región central del área de estudio en agosto de 1990 y 1993, así como en noviembre de 1991,

siendo el nivel más alto la estación cercana a las islas Revillagigedo. Los valores más bajos se presentaron en la región norte y central del área de estudio en agosto y noviembre de 1992 así como en mayo de 1996, registrándose los niveles más bajos en dos de las estaciones muestreadas frente a las costas de Manzanillo (Figs 21-29)

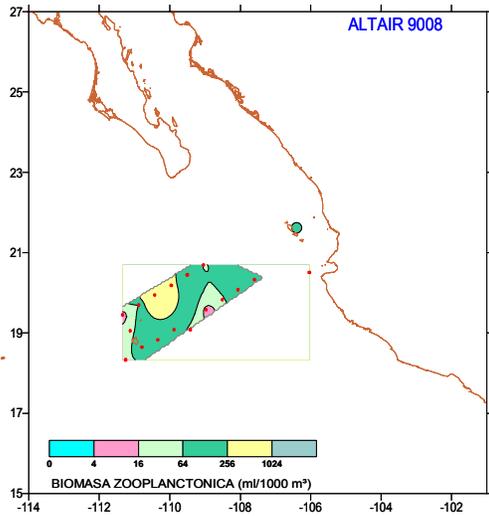


Figura 21. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9008.

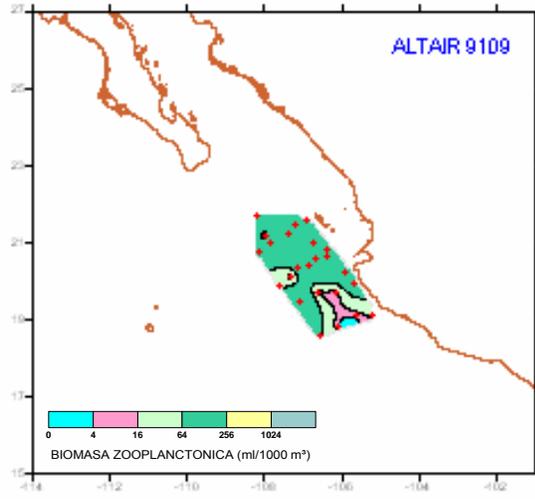


Figura 22. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9109.

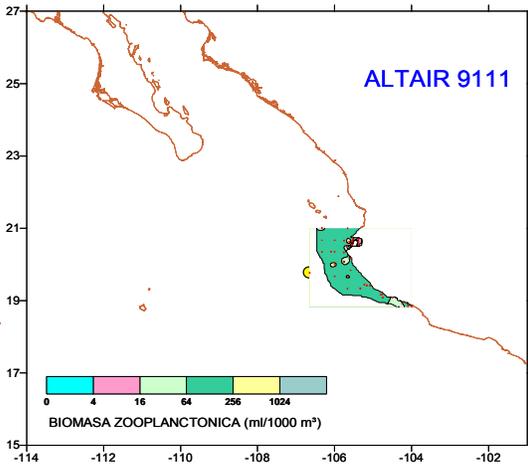


Figura 23. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9111.

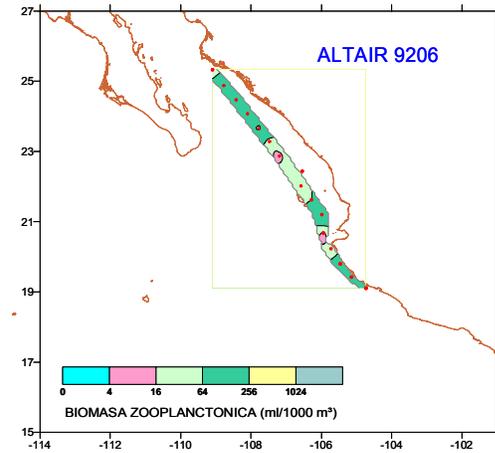


Figura 24. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9206.

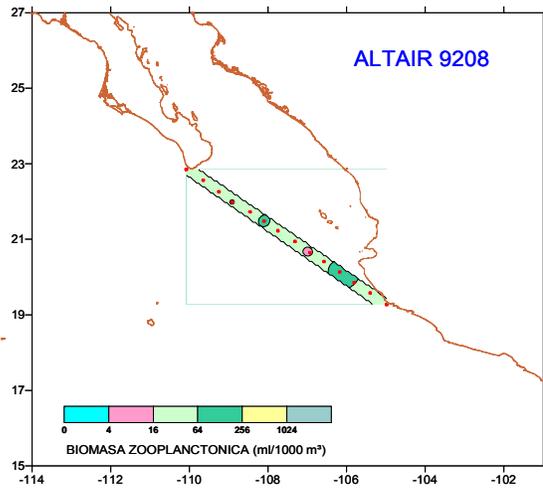


Figura 25. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9208.

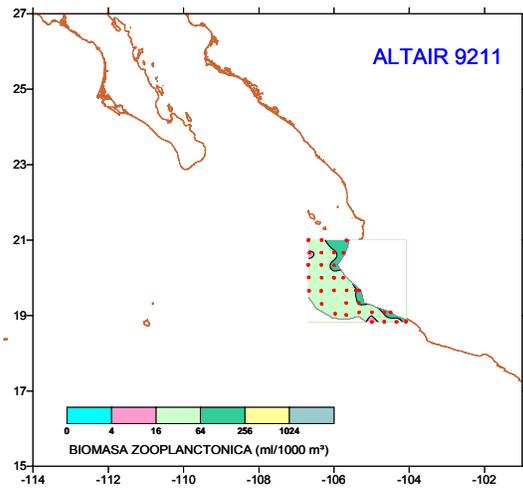


Figura 26. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9211.

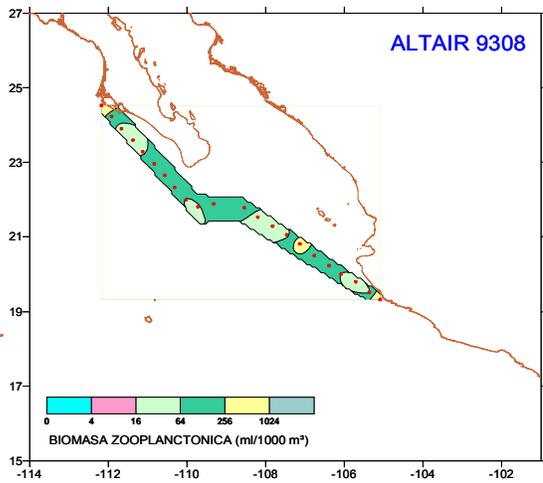


Figura 27. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9308.

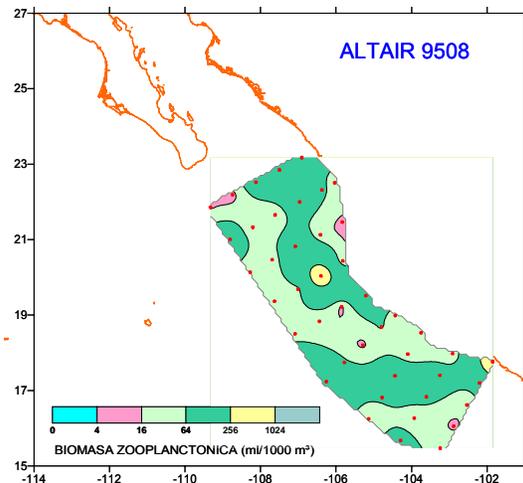


Figura 28. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m^3 del crucero ALTAIR 9508.

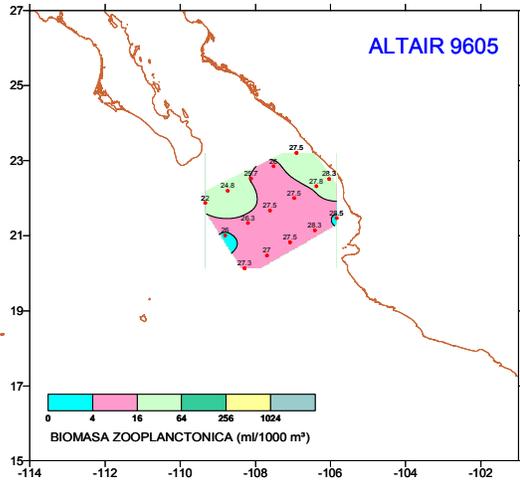


Figura 29. Biomasa zooplanctónica normalizada a 1000 m³ del crucero ALTAIR 9605.

2) DISTRIBUCIÓN DE LARVAS POR CRUCERO

Se revisaron 232 muestras de zooplancton provenientes de nueve cruceros realizados de 1990 a 1996, en donde se obtuvieron un total de 178 larvas de dorado con un número promedio de 19.7 ejemplares. Del total de organismos encontrados por crucero, el número mínimo de larvas fue de dos para los cruceros 9211 y 9308. El máximo encontrado fue de 39 organismos para el crucero 9508 (Fig. 30).

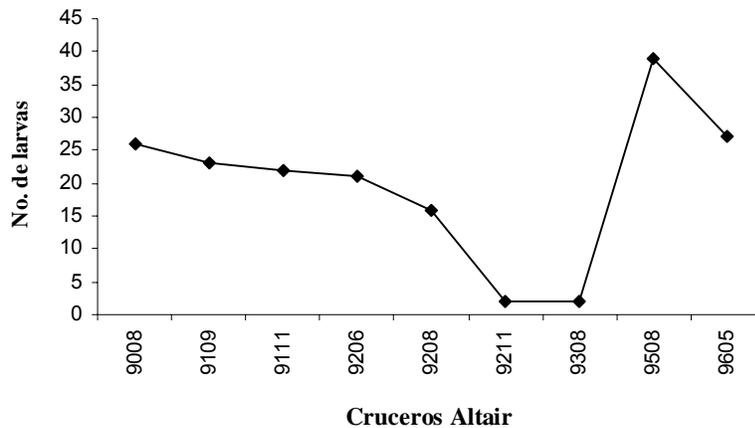


Figura 30. Número total de larvas de Dorado en los cruceros de 1990-1996.

2.1) DISTRIBUCIÓN TEMPORAL

Las larvas de *C. hippurus* fueron las más abundantes con 167 organismos registrándose en todos los años de muestreo (1990-1996), mientras que *C. equiselis* solo se presentó en 1992 y 1995 con un total de 11 ejemplares. (Fig 31).

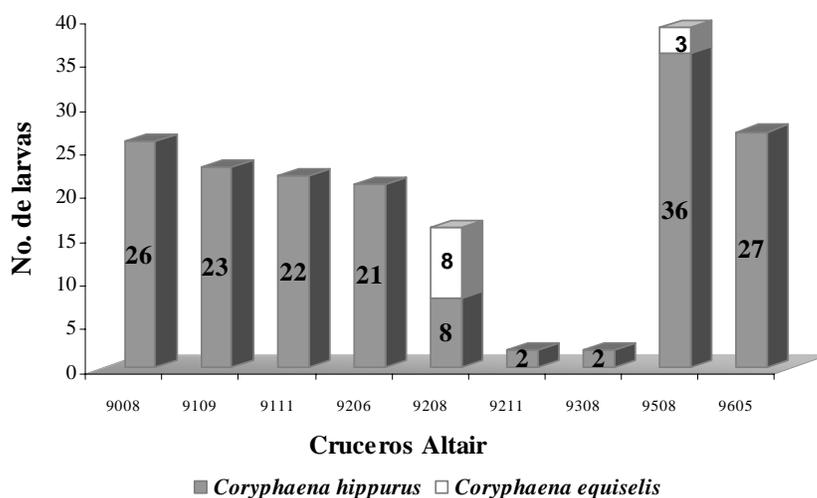


Figura 31. Número de larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* en los cruceros de 1990-1996.

La variación interanual del número de larvas de *C. hippurus* muestra una tendencia decreciente de 1990 a 1993, observándose un claro repunte para 1995. (Fig 32).

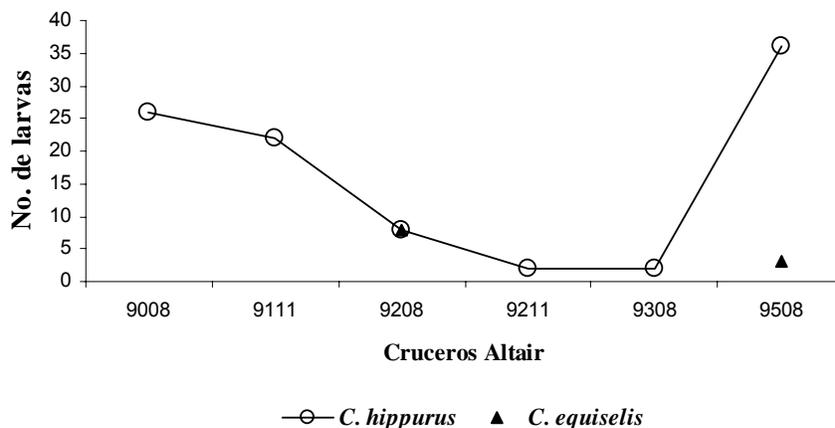


Figura 32. Número de larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* en agosto y noviembre de 1990 a 1995.

La variación intra-anual de *C. hippurus* muestra una tendencia muy homogénea durante septiembre y noviembre de 1991 manteniéndose inclusive hasta junio de 1992 (23–21 larvas), sin embargo a partir de agosto de 1992 se observa una fuerte disminución continuando así durante noviembre del mismo año. Es importante destacar que se observaron larvas de *C. equiselis* en agosto de 1992 (Fig. 33).

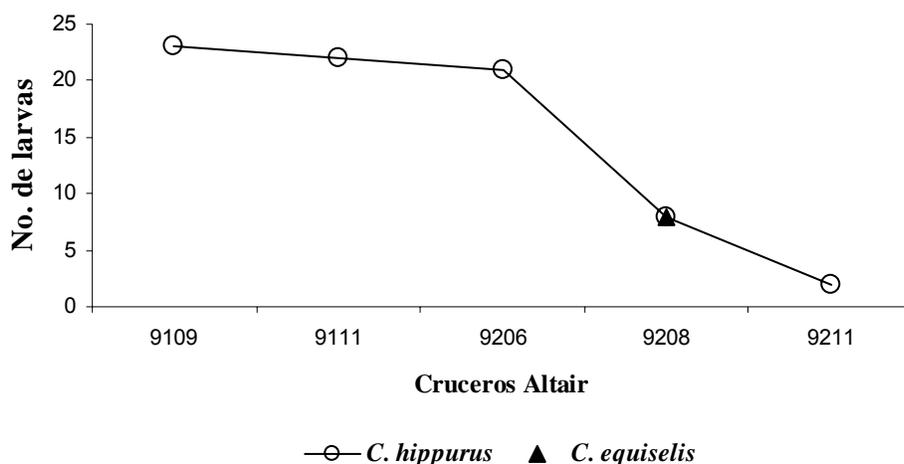


Figura 33. Número de larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* en 1991 y 1992.

2.2) DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La distribución general de las larvas de dorado es muy amplia, presentándose tanto en la región Noroeste como en la región Central, por lo cual el análisis de variación espacial se realizó con respecto a la distribución del máximo número de larvas por lance en cada crucero.

Las larvas de *C. hippurus* se distribuyeron en la región noroeste y en la región central del área de estudio, sin embargo el mayor número de larvas encontradas por estación fue de 13 y 10 ejemplares, los cuales se ubicaron en la región noroeste y corresponden a la estación 12 del crucero 9206 y a la estación 8 del crucero 9605

respectivamente. Adicionalmente se encontraron otros 10 ejemplares que se ubicaron en la región central del área de estudio, frente a las costas de Colima y que corresponden a la estación 35 del crucero 9508 (Tabla 4 y Fig 34).

Para las larvas de *C. equiselis* su distribución general fue en la región Noroeste y en la región central, sin embargo el mayor número de larvas encontradas por estación se ubicó al sur de Cabo San Lucas, en la región Noroeste del área de estudio, con un número total de 6 ejemplares que corresponden a la estación 10 del crucero 9208 (Tabla 4 y Fig 34).

Tabla 4. Número máximo de larvas por lance de *C. hippurus* y *C. equiselis* encontradas por crucero.

CRUCERO	ESTACIÓN	LARVAS <i>C. hippurus</i>	LARVAS <i>C. equiselis</i>
9008	910.42	4	0
	910.45	4	0
	910.6	4	0
9109	1030.36	5	0
9111	39	4	0
9206	12	13	0
9208	10	3	6
9211	17	1	0
	46	1	0
9308	10	2	0
	15	0	1
9508	28	0	1
	35	10	0
	40	0	1
9605	8	10	0

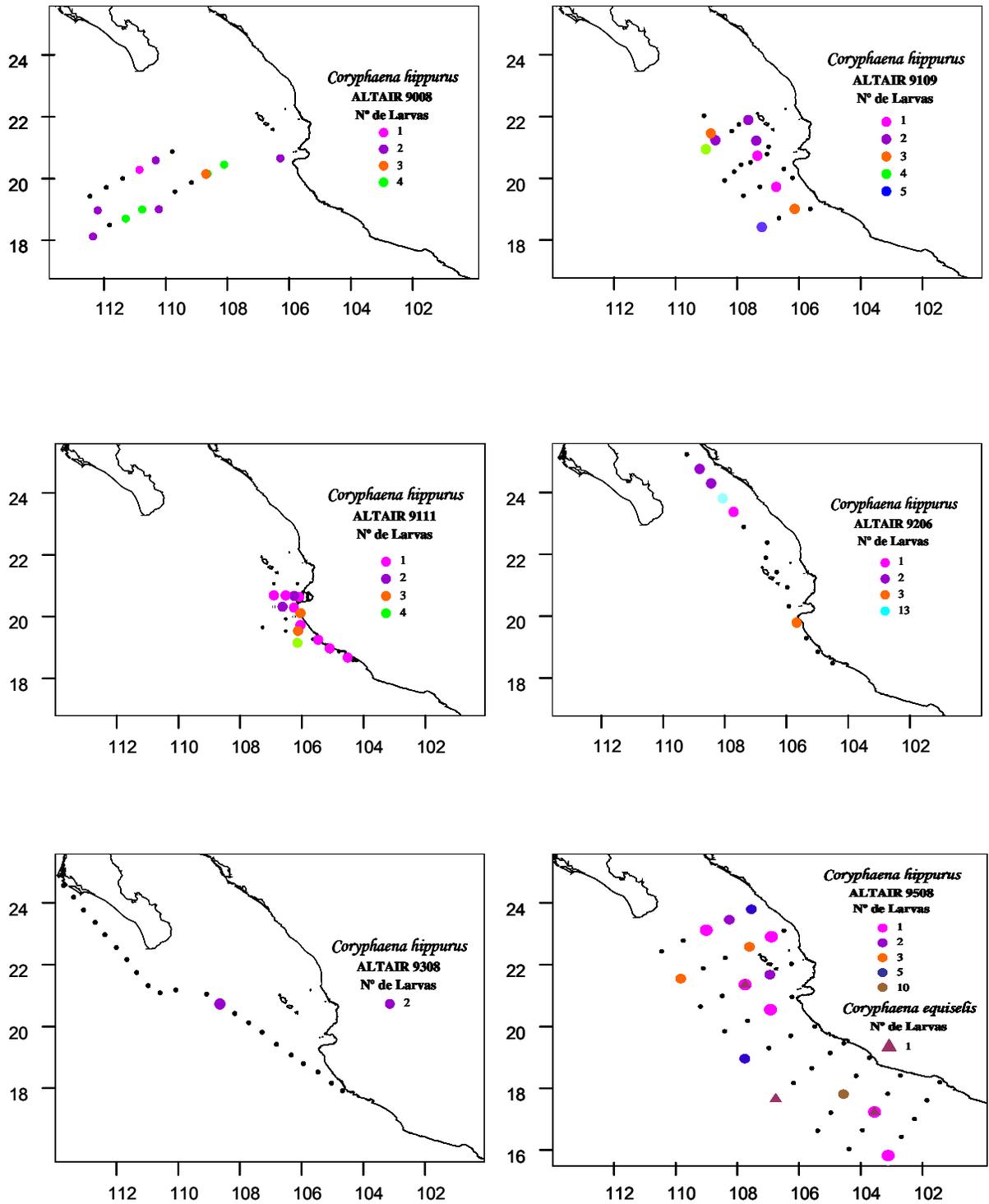
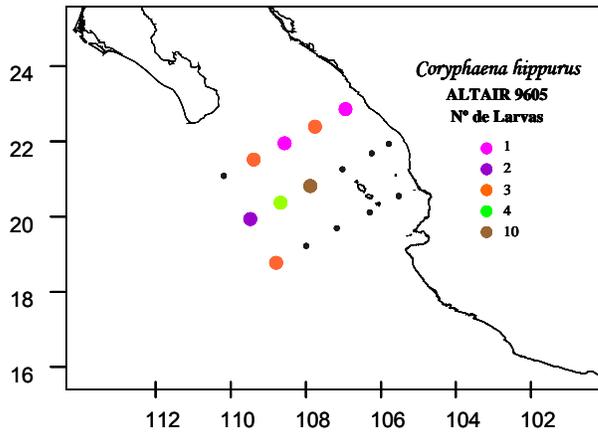
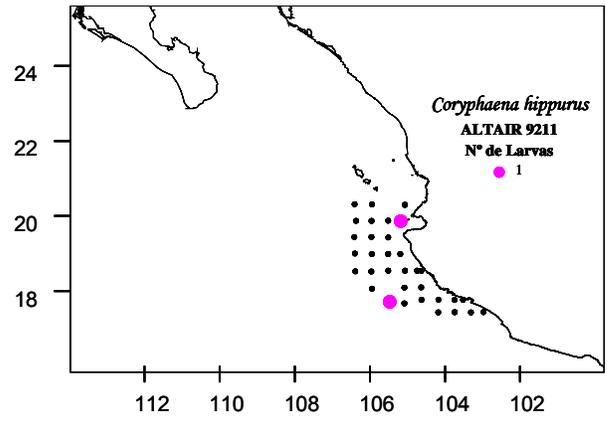
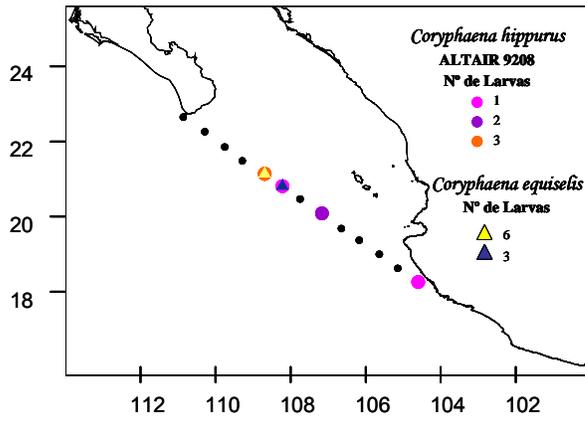


Figura 34. Distribución de larvas de *Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis* en los cruceros ALT AIR realizados de 1990 a 1996.



Continuación de la Figura 34.

2.3) ÁREAS DE DESOVE

Para determinar las áreas de desove se midió la Ls (mm) a 159 ejemplares de *C. hippurus* y 10 ejemplares de *C. equiselis* y se clasificaron de acuerdo a su estadio de desarrollo con el fin de identificar las larvas más cercanas a la eclosión de los huevecillos. Cabe mencionar que el resto de las larvas (8 de *C. hippurus* y 1 de *C. equiselis*) no fueron medidas debido a que parte de su cuerpo se encontraba deshecho.

Como se puede observar el estadio larval fue el más representativo para *C. hippurus* concentrando el mayor número de larvas en la etapa de preflexión (2.8 – 4.2 mm) con 108 ejemplares. La etapa de flexión (4.4 – 5.7 mm) presentó 15 larvas y la etapa de postflexión (5.9 – 8.0 mm) un total de 20 organismos. El estadio de transformación (8.3 – 13.3 mm) presentó 12 ejemplares, mientras que el estadio juvenil (14 – 48 mm) sólo tuvo 4 organismos (Fig. 35).

Para *C. equiselis* se colectaron ejemplares en la última fase del desarrollo larval, presentando 3 larvas en la etapa de postflexión. En los estadios de transformación y juvenil se obtuvieron prácticamente el mismo número de ejemplares, observando 4 y 3 organismos respectivamente (Fig.35).

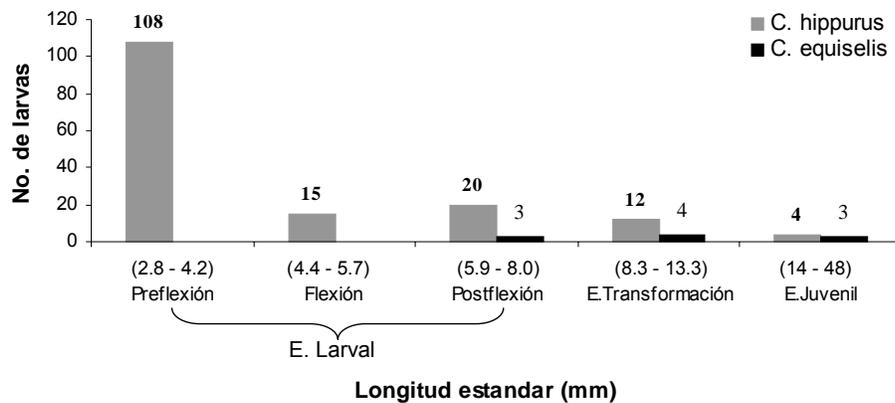


Figura 35. Número de larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* por estadio de desarrollo.

La distribución espacial de las larvas en preflexión muestra que aunque están presentes en la región noroeste, se concentran en su mayor parte en la región central del área de estudio tanto en las estaciones cercanas a la costa como en las estaciones oceánicas ó cercanas a las islas (Fig. 36).

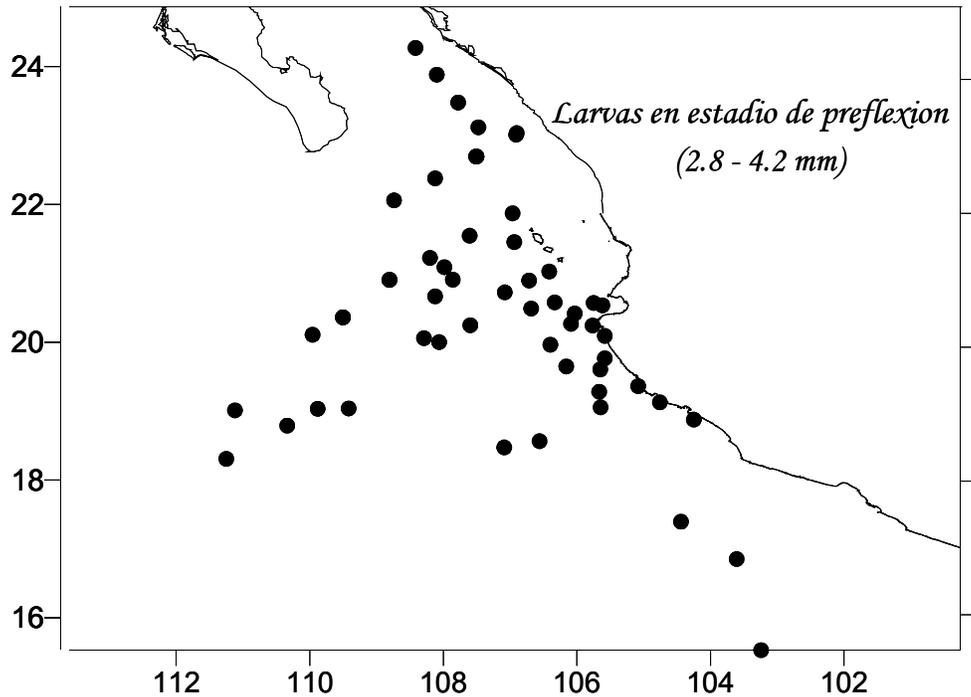


Figura 36. Distribución de larvas de *C. hippurus* en preflexión.

En cuanto a su distribución temporal es posible observar que tanto en los cruceros realizados durante la primavera, el verano, y el otoño se obtuvieron larvas en etapa de preflexión, lo que muestra que el desove se lleva a cabo casi todo el año, no obstante el número mayor de larvas de *C. hippurus* se observó durante el verano (25-18), disminuyendo durante el otoño (15-1) y aumentando nuevamente para la primavera (11-18), (Fig. 37).

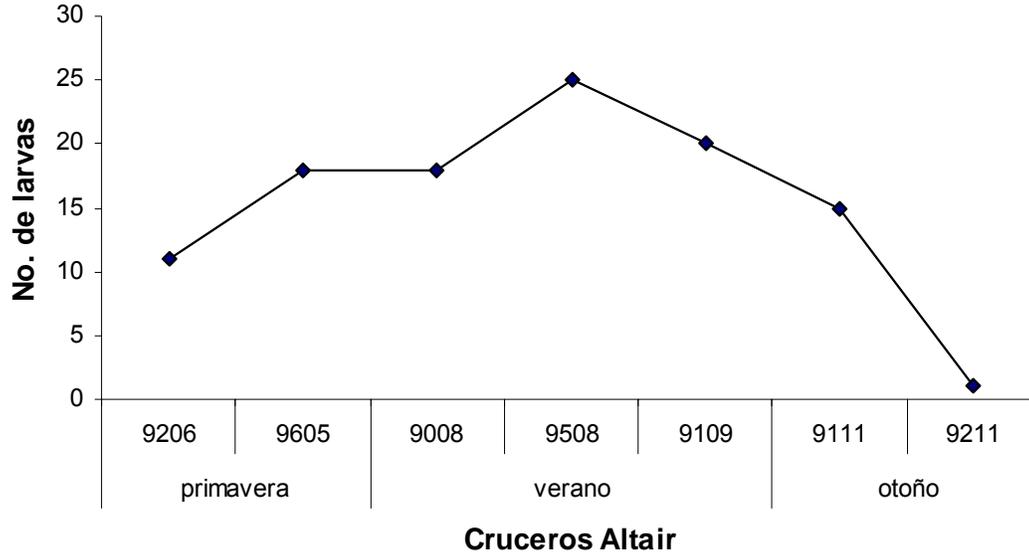


Figura 37. Número de larvas en etapa de preflexión de *C. hippurus* en los cruceros Altair.

2.4) DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE DORADO Y SU RELACIÓN CON LA BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA Y LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR.

Como se puede observar en el crucero 9308 se obtuvieron 2 larvas de dorado y la biomasa promedio para ese crucero fue de 132 ml/1000 m³, es decir mientras el número de larvas es bajo, la biomasa zooplanctónica obtenida se encuentra dentro de los valores más altos de todos los cruceros. De forma inversa se observó que en el crucero 9605 se obtuvo 27 larvas de dorado y el valor promedio de la biomasa zooplanctónica fue de 17 ml/1000 m³ siendo este el valor más bajo obtenido para todos los cruceros. Sin embargo, aunque aparentemente se observa una correlación negativa el número de larvas de dorado no presentó ninguna relación con la biomasa zooplanctónica ($R_s = -0.05$, $p > 0.05$) (Fig. 38).

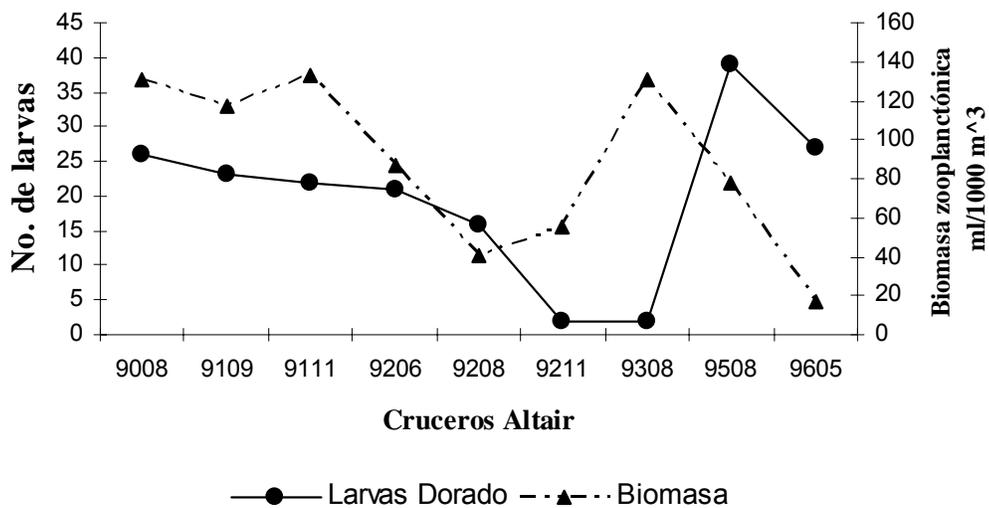


Figura 38. Número de larvas de dorado y volumen promedio de la biomasa zooplanctónica en los cruceros Altair.

En cuanto a la distribución de las larvas de dorado con respecto a la temperatura se realizaron pruebas de bondad de ajuste a la normalidad χ^2 y se pudo observar que los datos no poseen una distribución normal por lo cual se llevaron a cabo pruebas estadísticas no paramétricas. Sin embargo por los pocos datos obtenidos en temperaturas más templadas de *Coryphaena equiselis* no se pudo probar el efecto de la temperatura sobre la presencia o ausencia de dicha especie. No obstante se puede observar que *Coryphaena hippurus* se distribuyó en un intervalo de temperatura amplio de 24 °C a 31 °C, sin embargo *Coryphaena equiselis* sólo se distribuye en un intervalo de temperatura mucho mas corto y cálido ya que se encuentra presente sólo de los 28 °C a los 30 °C (Fig. 39).

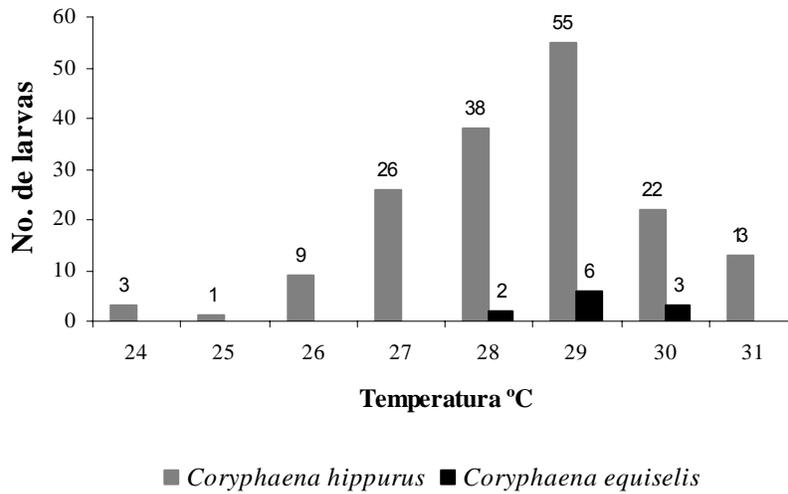


Figura 39. Distribución de larvas de dorado con la temperatura superficial del mar tomada in situ.

Con el fin de determinar si la proporción de larvas de *Coryphaena hippurus* y de *Coryphaena equiselis* eran iguales se aplicó una prueba de bondad de ajuste χ^2 mediante una tabla de contingencia, tomando el número de larvas observadas de ambas especies durante la fase cálida (28 °C - 31 °C) con la hipótesis nula de igualdad de proporción. El resultado fue estadísticamente significativo ($\chi^2 = 49.26$ $p < 0.05$) lo que indica que la abundancia no es la misma para las dos especies aunque ambas estén presentes, es decir no se distribuyen de manera homogénea.

3) IMÁGENES DE SATÉLITE DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

El ciclo estacional obtenido se muestra desde la figura 40 a la 44, en donde se han promediado los meses correspondientes a invierno, primavera, verano y otoño. En dichas figuras también se indican los contornos de la isoterma de 24 °C y 28 °C que corresponden a los límites de distribución para ambas especies. La evolución térmica superficial avanza estacionalmente con un desplazamiento de las isotermas hacia el norte, introduciéndose en el Golfo de California. Este desplazamiento durante el periodo cálido (verano-otoño) permite que aguas tropicales de la Alberca Cálida Mexicana arriben a la región de estudio. La característica dinámica más importante es la Corriente Costera Mexicana que transporta aguas calientes paralelas a la costa (Lavín *et al.*, 2006, Beier *et al.*, 2003). La progresión estacional de las isotermas hacia el interior del Golfo de California durante primavera y verano es en gran medida debido a la advección de agua tropical desde el sureste (Mitchell *et al.*, 2002).

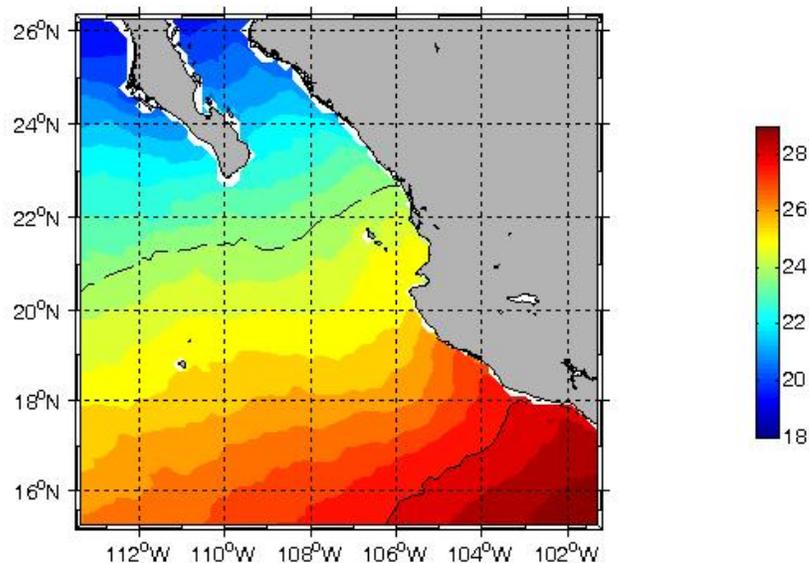


Figura 40. Distribución de la TSM durante el invierno; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).

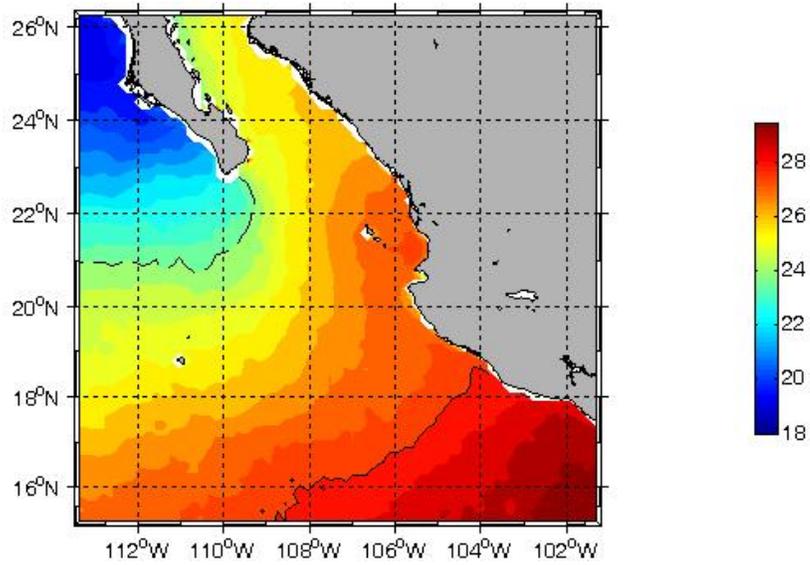


Figura 41. Distribución de la TSM durante la primavera; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).

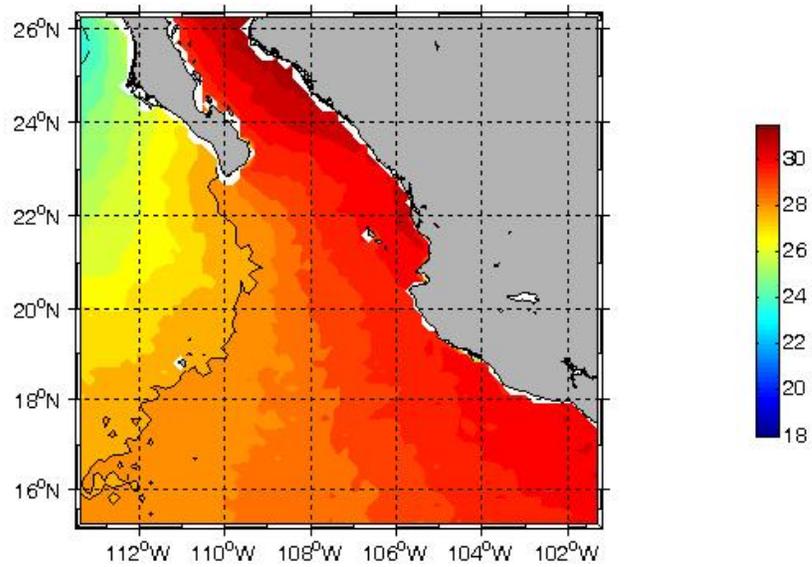


Figura 42. Distribución de la TSM durante el verano; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).

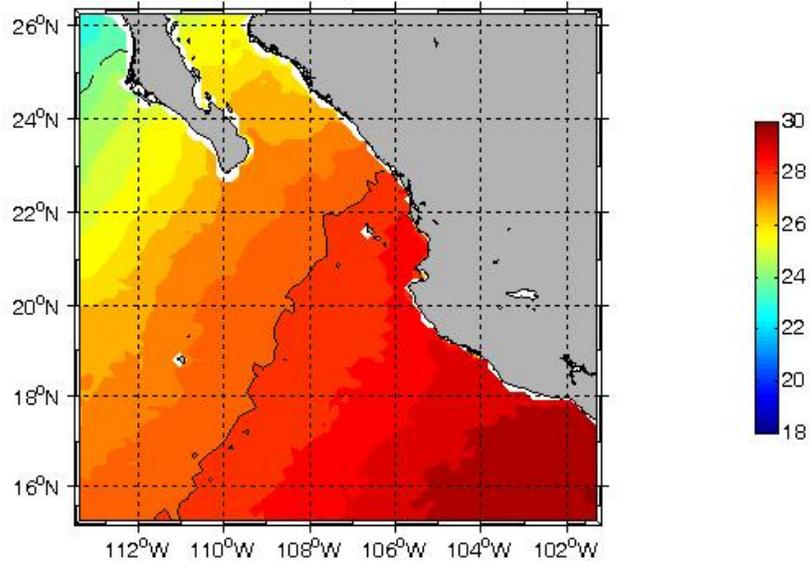


Figura 43. Distribución de la TSM durante el otoño; isoterma de 24 °C (línea quebrada) y 28 °C (línea continua).

La figura 44 muestra la desviación estándar de las anomalías al ciclo estacional, las cuales son muy importantes al oeste de Cabo San Lucas y son generadas probablemente por variaciones interanuales del frente tropical subtropical y variaciones de mesoescala asociadas a rasgos frontales como giros y meandros.

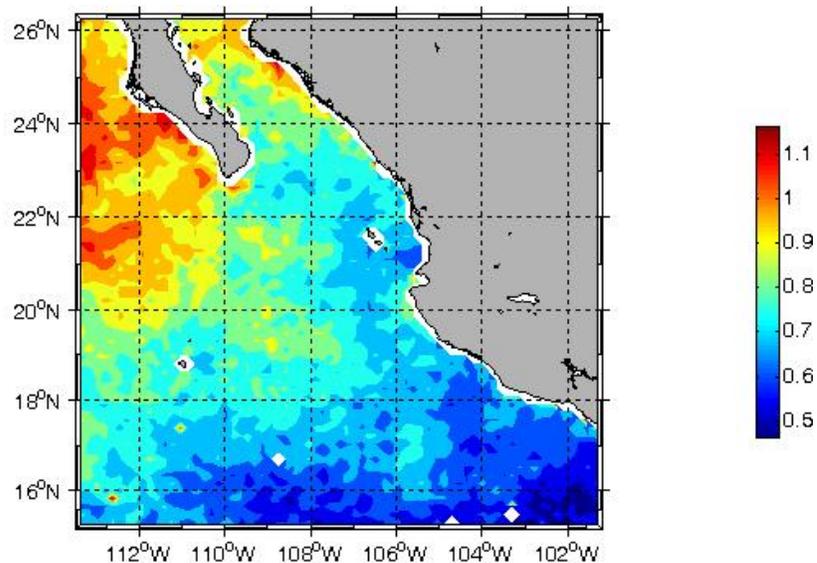


Figura 44. TSM: Desviación estándar de los residuos al ciclo estacional.

4) RELACIÓN DE LA ESTRUCTURA TÉRMICA Y LA DISTRIBUCIÓN DE PARCHES DE LARVAS DE DORADO POR CRUCERO.

Para observar la estructura térmica asociada a la distribución de larvas de dorado obtenidas en los cruceros Altair, se graficaron los resultados de cada crucero en dos figuras. La primera corresponde a la estructura espacial estacional del mes y la segunda es la reconstrucción de las temperaturas observadas usando el ciclo estacional más los primeros tres FEOs que en conjunto explican cerca del 97% de la varianza global, el resto de la varianza se compone de micro estructura que no afectaría la gran escala de la distribución larval, además que podrían estar relacionadas con el ruido generado por la cobertura de nubes.

Para el análisis de las figuras definiremos como “parche” a los puntos de mayor concentración de larvas por lance los cuales tendrán un número mayor o igual a 4 larvas.

CRUCERO ALTAIR 9008

Como se puede observar la distribución de parches (4 larvas) de *C. hippurus* en la climatología de agosto se encuentra en áreas con temperaturas mayores a 27 °C (Fig. 45). Sin embargo, tomando en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron positivas, se observa como la isoterma de los 28°C se desplaza hacia el oeste y las estaciones donde se detectan parches se ubican en áreas con temperatura entre 28 °C y 29 °C. (Fig. 46).

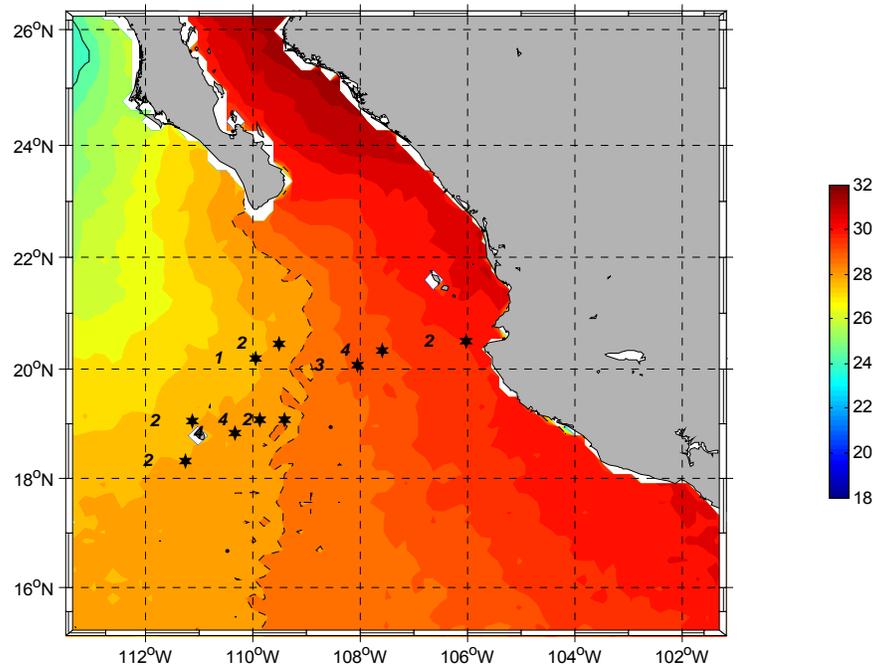


Figura 45. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9008 con larvas de dorado.

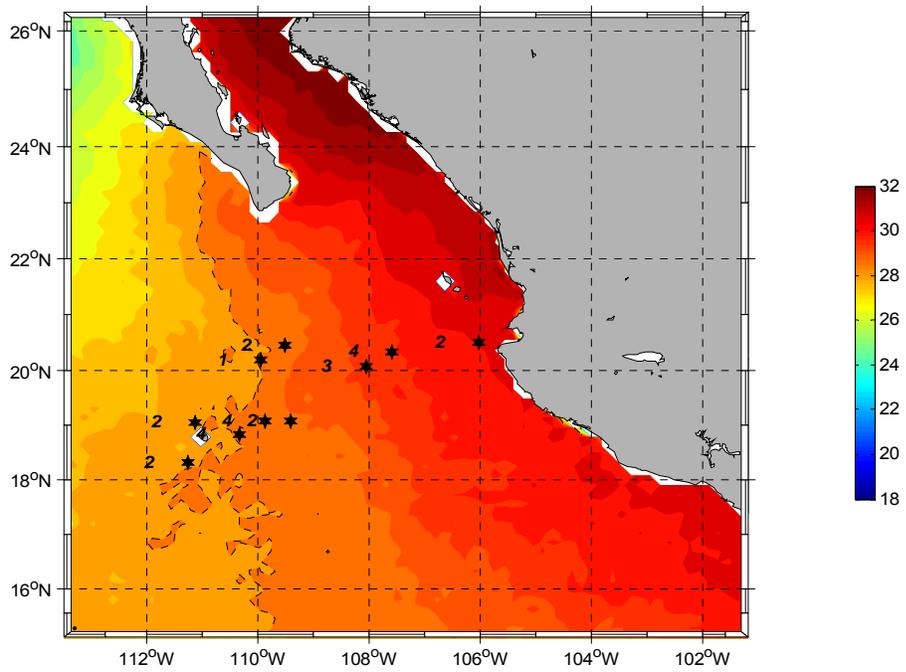


Figura 46. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1990 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9109

La distribución de parches (de 4 a 5 larvas) de *C. hippurus* en la climatología de septiembre se encuentra en áreas con temperaturas de 29 °C (Fig. 47). Sin embargo al tomar en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron negativas, se observa que la isoterma de los 28° C se desplaza hacia el sureste ubicando a las estaciones donde detectamos parches en áreas con temperatura entre 28 °C y 28.5 °C (Fig. 48).

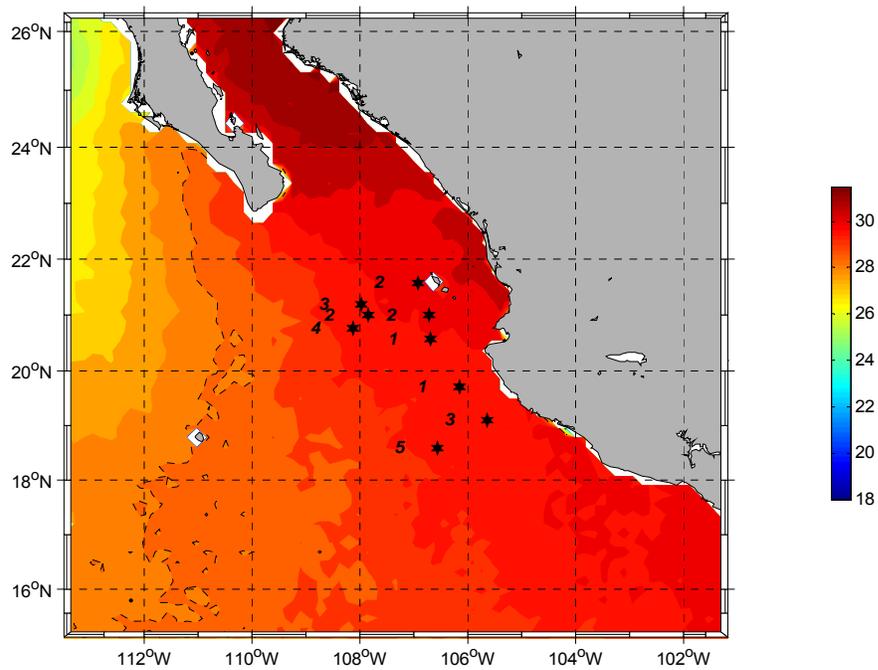


Figura. 47. Ciclo estacional durante el mes de septiembre y estaciones del crucero Altair 9109 con larvas de dorado

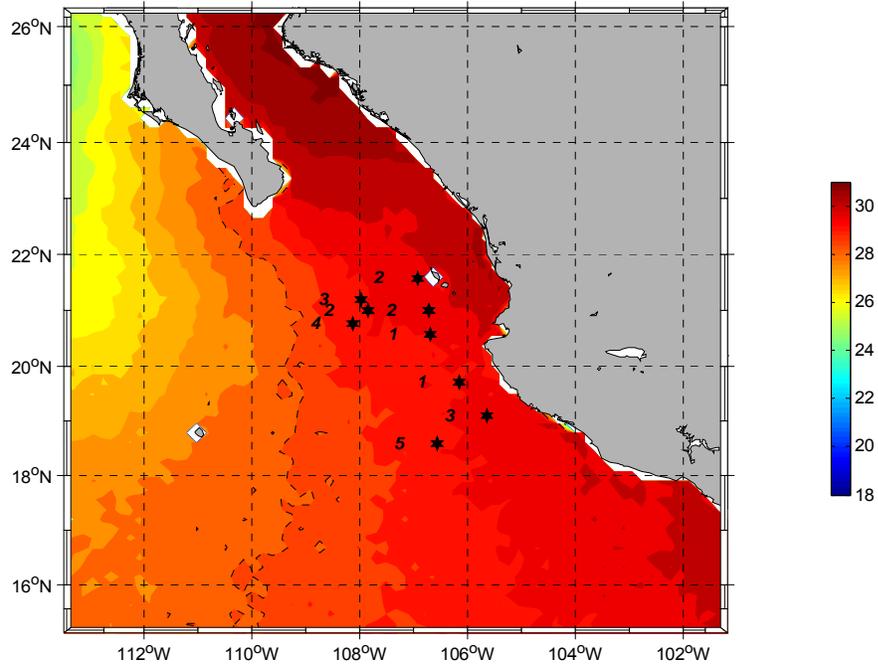


Figura 48. Reconstrucción de la imagen de septiembre de 1991 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9111

La distribución del parche (4 larvas) de *C. hippurus* en la climatología de noviembre, se encuentra en un área con temperatura mayor a 28 °C (Fig. 49). Sin embargo, tomando en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron negativas, la isoterma de los 28°C se desplaza hacia el sureste y la estación donde detectamos el parche se ubica en un área mayor a los 27 °C pero fuera del área de la isoterma de los 28 °C (Fig.50).

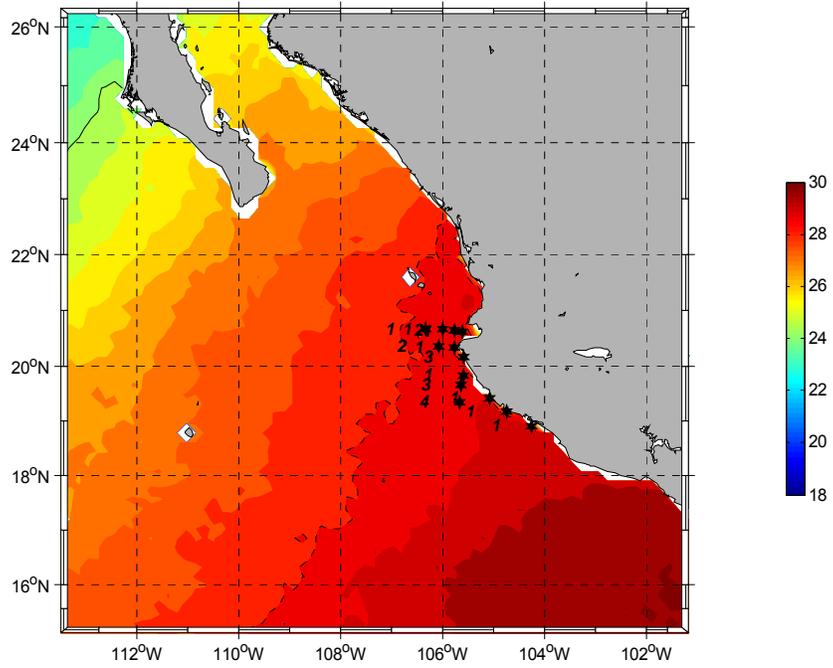


Figura 49. Ciclo estacional durante el mes de noviembre y estaciones del crucero Altair 9111 con larvas de dorado

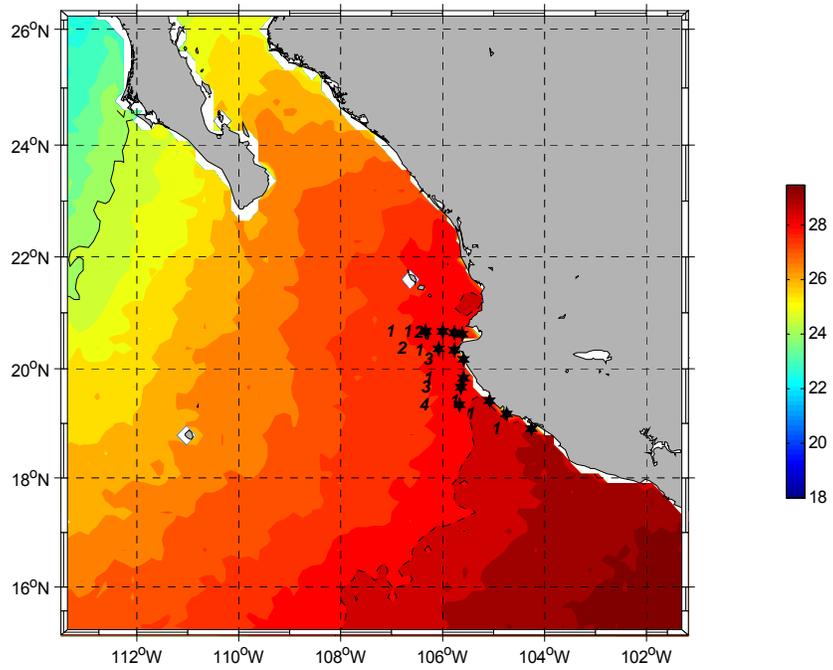


Figura 50. Reconstrucción de la imagen de noviembre de 1991 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9206

La distribución del parche (13 larvas) de *C. hippurus* en la climatología de junio, se encuentra en un área con temperatura mayor a 27 °C (Fig. 51). Si tomamos en cuenta las anomalías interanuales, se observó que la zona se encuentra en un periodo de transición lo que provoca que la isoterma de los 28 °C se ubique casi de forma paralela a la costa y que la estación donde se detecta el parche se encuentre en un área con temperaturas mayores a 28 °C (Fig.52).

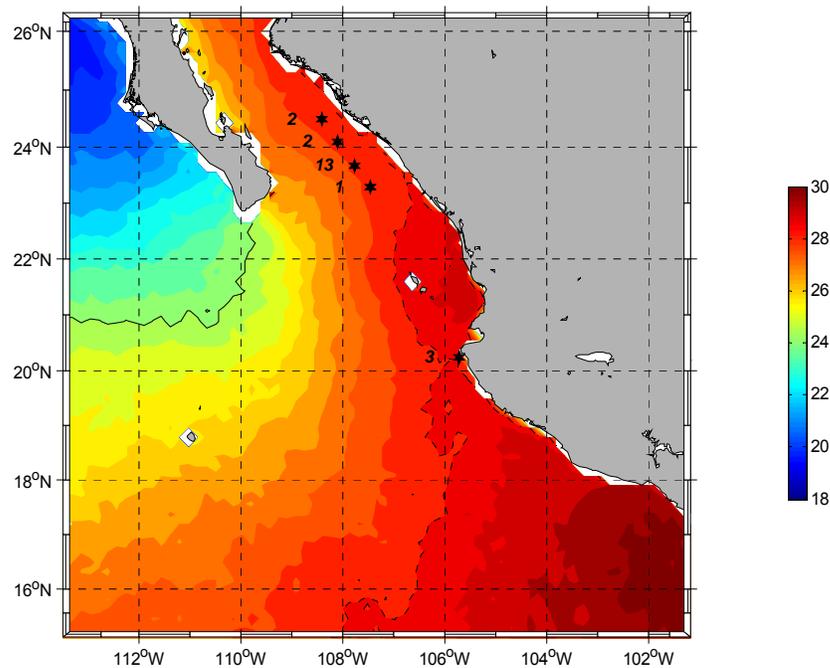


Figura 51. Ciclo estacional durante el mes de junio y estaciones del cruceo Altair 9206 con larvas de dorado

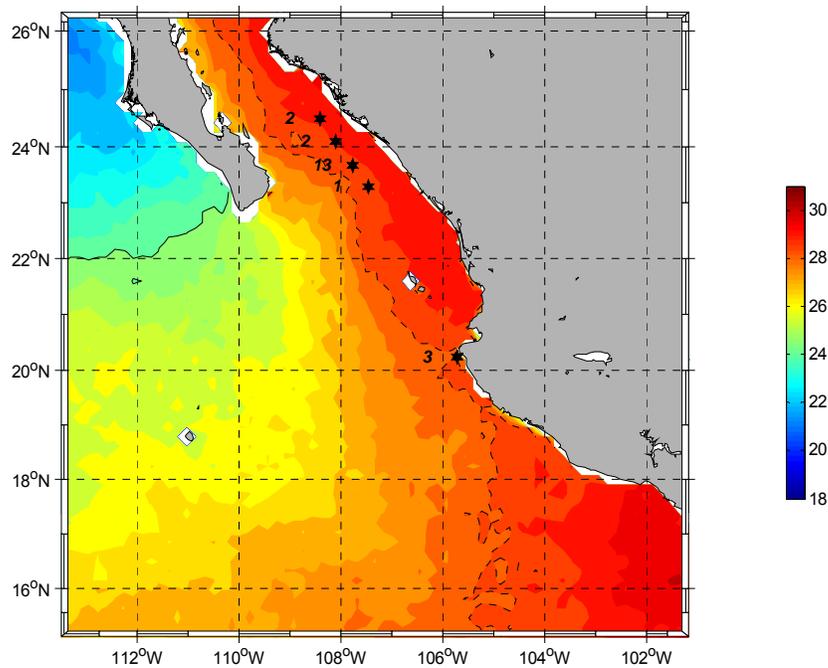


Figura 52. Reconstrucción de la imagen de junio de 1992 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9208

La distribución del parche (6 larvas) para este crucero corresponde a larvas de *C. equiselis*. El mapa de la climatología de agosto, muestra que el parche se encuentra en un área con temperatura mayor a 28.5 °C (Fig. 53). Sin embargo tomando en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron positivas, se observa que la isoterma de los 28° C se desplaza hacia el noroeste ubicando la estación donde se detecta el parche en un área con temperatura mayor a 29°C (Fig.54).

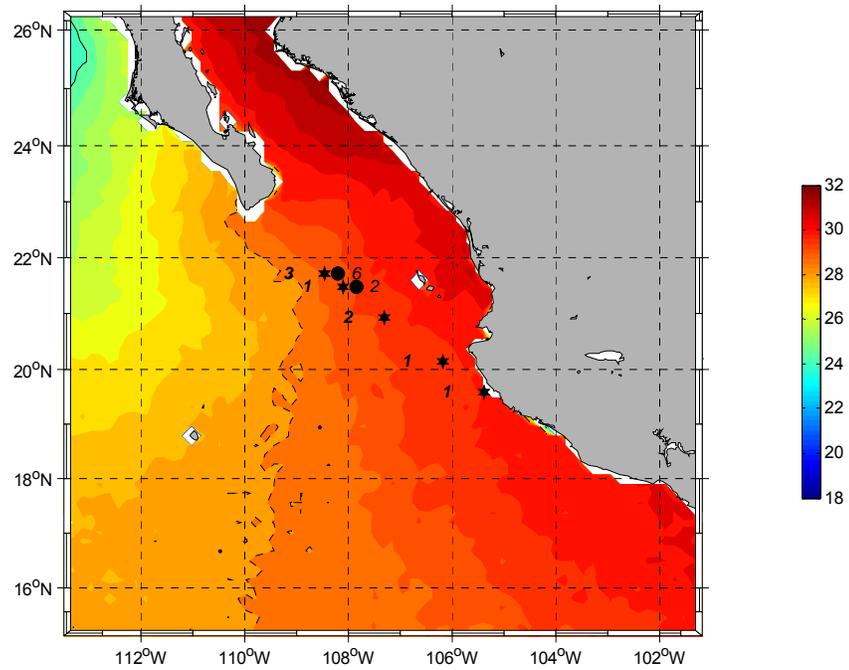


Figura 53. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9208 con larvas de *C. hippurus* (estrellas) y *C. equiselis* (círculo).

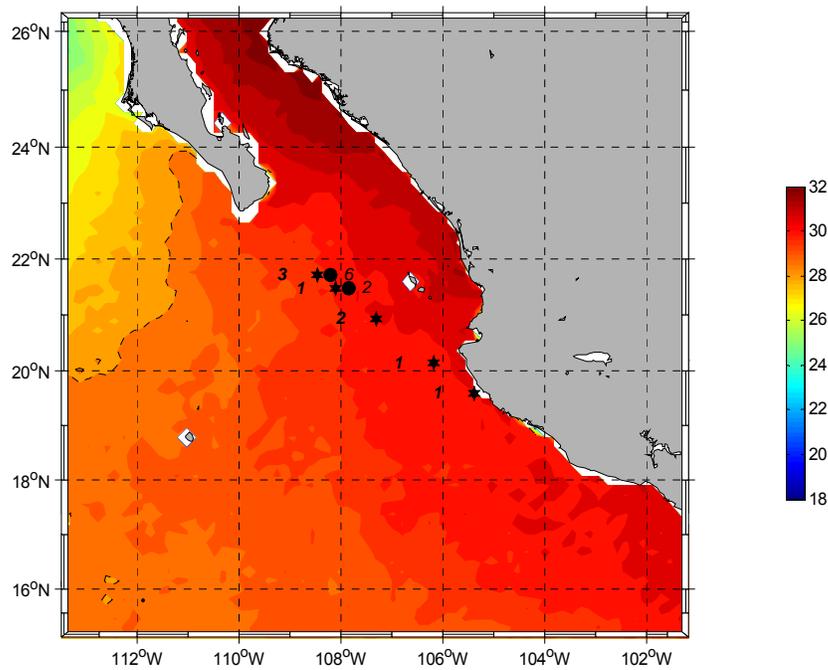


Figura 54. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1992 con larvas de *C. hippurus* (estrellas) y *C. equiselis* (círculo) usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9508

La distribución de los parches (5 y 10 larvas) de *C. hippurus* en la climatología de agosto, se encuentran en áreas con temperaturas de 28.5 °C a 29.5 °C (Fig. 55). Tomando en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron negativas, se observa que la isoterma de los 28° C se desplaza hacia el sureste restringiéndose a la boca del Golfo de California de forma paralela a la costa. Las estaciones donde se detectaron los parches se ubican en un área con temperaturas de 27 °C a 29.5 °C (Fig.56).

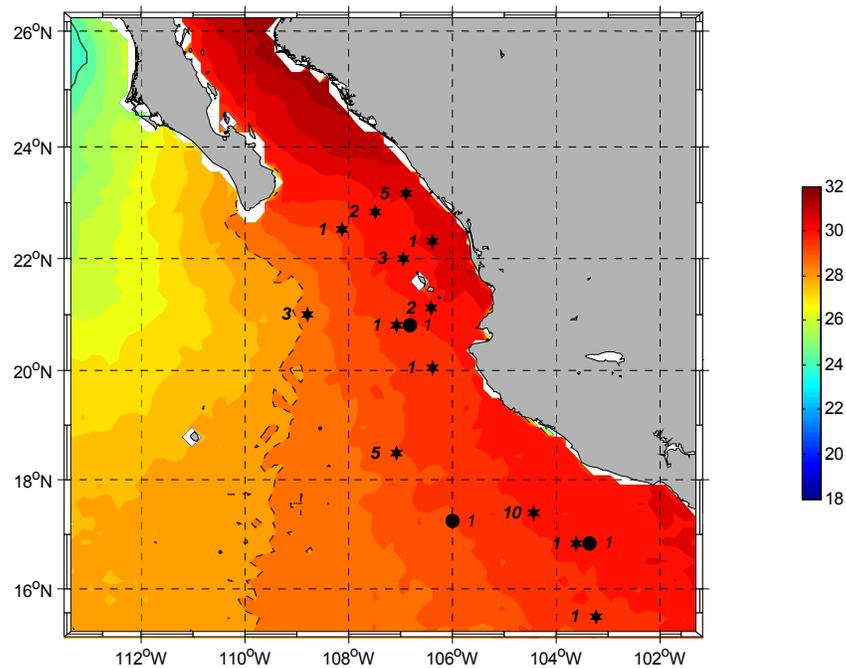


Figura 55. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del cruceo Altair 9508 con larvas de *C. hippurus* (estrellas) y *C. equiselis* (círculo).

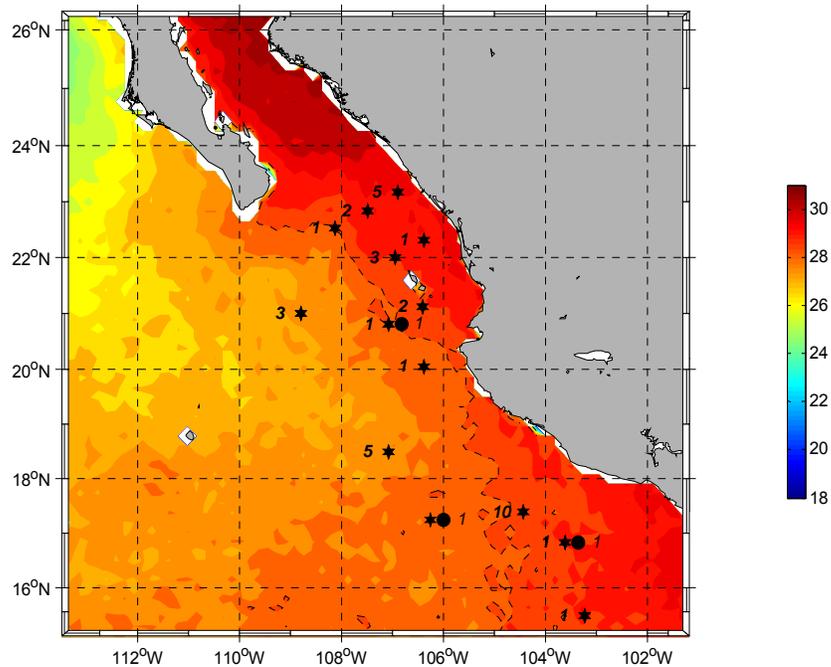


Figura 56. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1995 con larvas de *C. hippurus* (estrellas) y *C. equiselis* (círculo) usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9605

La distribución de los parches (4 y 10 larvas) de *C. hippurus* en la climatología de mayo, se encuentran en un área con temperaturas de 24.5 °C a 26 °C (Fig. 57). Al tener en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron positivas, la isoterma de los 24 °C se desplaza ligeramente hacia el oeste ubicando a las estaciones donde se detectaron los parches en un área con temperatura de 25 °C a 26.5 °C (Fig.58).

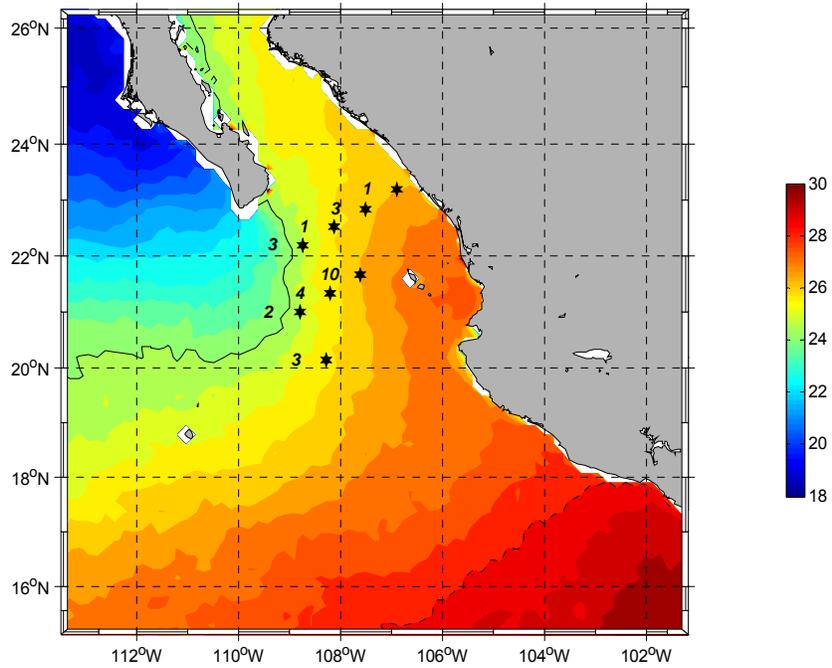


Figura 57. Ciclo estacional durante el mes de mayo y estaciones del crucero Altair 9605 con larvas de dorado.

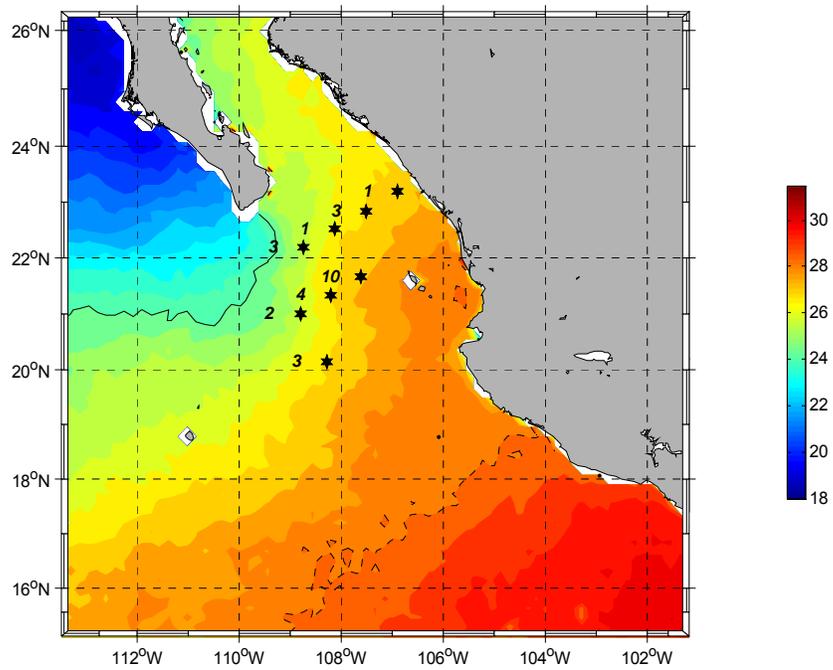


Figura 58. Reconstrucción de la imagen de mayo de 1996 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9211

Para este crucero no es posible explicar la distribución de parches de larvas puesto que el número de estas es escaso. Sin embargo se observa que la distribución de larvas de *C. hippurus* en la climatología de noviembre, se encuentran en un área con temperaturas mayores a los 28 °C (Fig. 59). Al tomar en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron positivas, se observa que la isoterma de los 28 °C se desplaza hacia el noroeste, sin que este desplazamiento modifique la temperatura en la cual se encontraban las larvas (Fig 60).

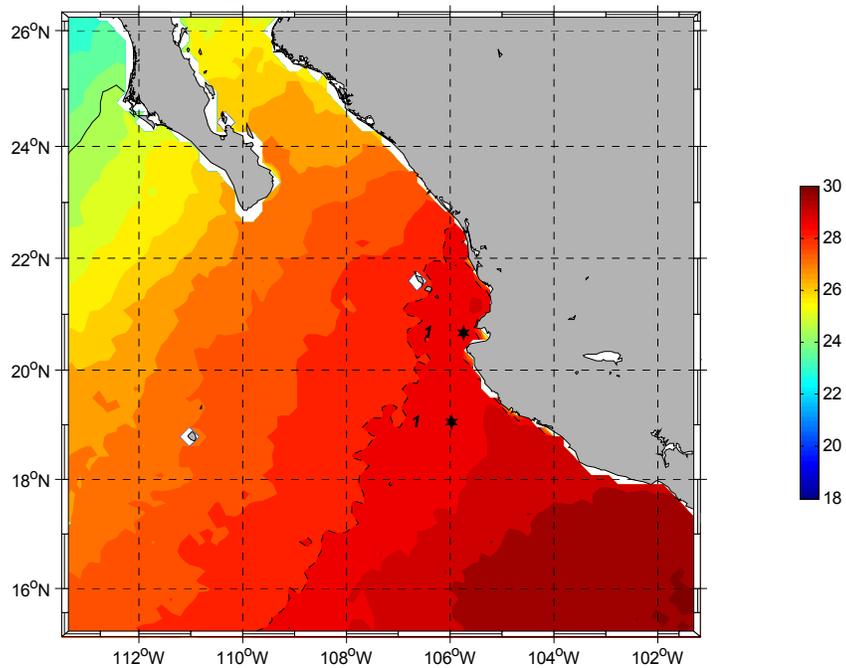


Fig. 59. Ciclo estacional durante el mes de noviembre y estaciones del crucero Altair 9211 con larvas de dorado

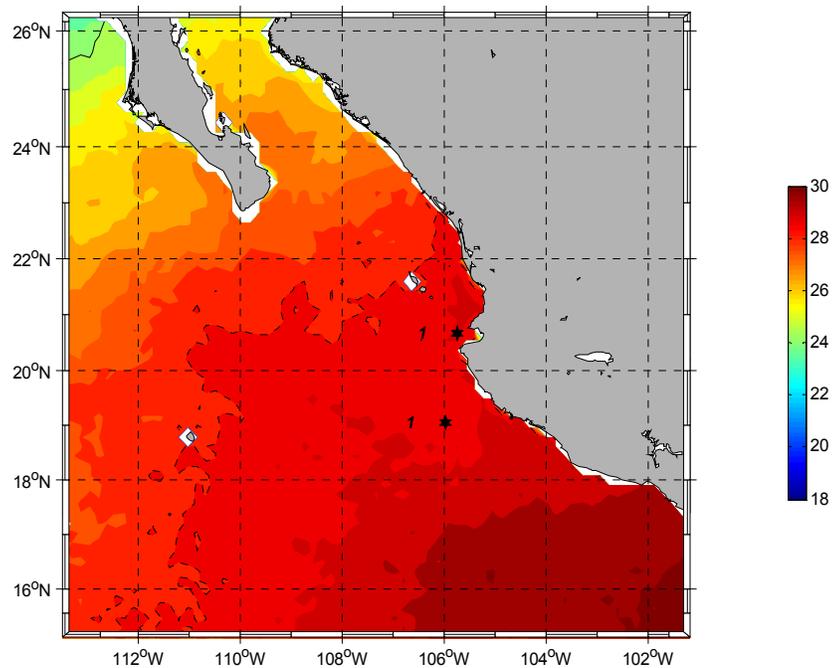


Fig. 60. Reconstrucción de la imagen de noviembre de 1992 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

CRUCERO ALTAIR 9308

Lo mismo sucedió para este crucero ya que el número de larvas es pequeño. Sin embargo al observar la distribución de larvas de *C. hippurus* en la climatología de agosto, se encuentran en un área con temperaturas mayores a los 28.5 °C (Fig. 61). Cuando tomamos en cuenta las anomalías interanuales las cuales fueron negativas se observa que a diferencia de otros agostos la isoterma de los 28 permaneció prácticamente en la boca del Golfo de California ubicando a las larvas de dorado es en un área con temperatura de 29 °C (Fig.62).

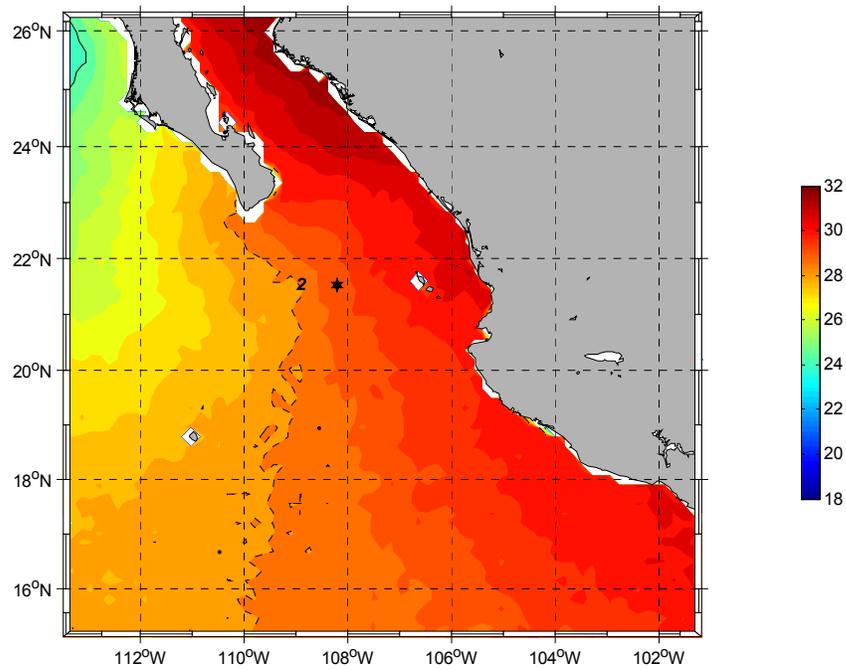


Figura 61. Ciclo estacional durante el mes de agosto y estaciones del crucero Altair 9308 con larvas de dorado

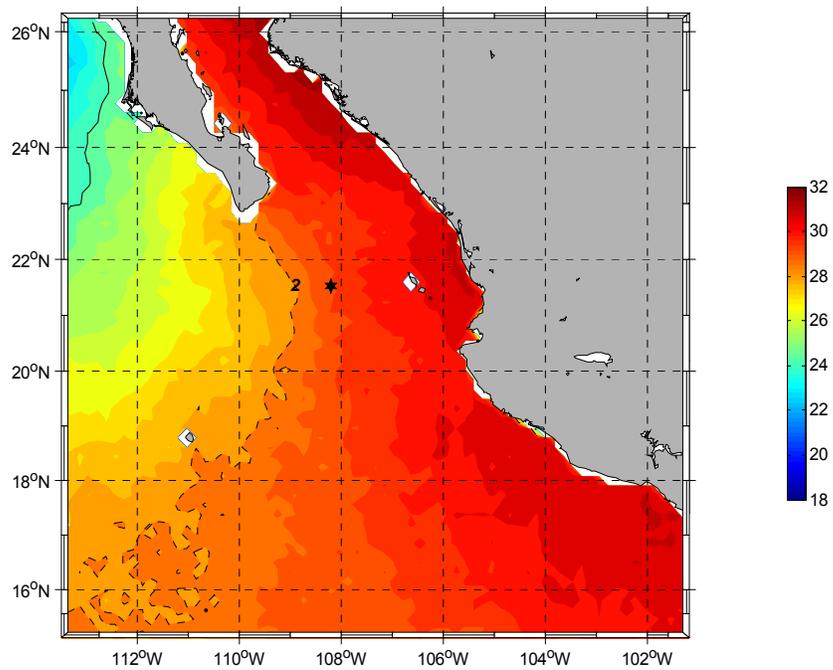


Figura. 62. Reconstrucción de la imagen de agosto de 1993 usando el ciclo estacional y los primeros tres FEOs.

5) TEMPERATURA MEDIA SATELITAL Y TEMPERATURA MEDIA OBSERVADA DE LOS PARCHES

Tomando en cuenta que las larvas de dorado forman parches ó cardúmenes para protegerse de los depredadores durante su desarrollo larvario y que posteriormente tienden a separarse y encontrarse solitarias o aisladas debido al canibalismo que presentan (Uchiyama *et al.*, 1992) se calculó la temperatura media satelital y la temperatura media de la estación en donde se capturó el máximo número de larvas tanto de *C. hippurus* como de *C. equiselis* en cada crucero para interpretar de mejor manera la distribución espacial (Tabla 5).

Tabla 5. TM satelital y TM de la estación en donde se observó el máximo número de larvas en cada crucero.

Crucero	TM Satelital	TM de la Estación
9008	29.38	29.6
9109	29.79	30
9111	29.11	27.5
9206	28.76	28.3
9208	30.11	29.9
9508	28.91	29.1
9605	28.79	27.5

El rango de temperatura donde se observó el máximo número de larvas en un cuadrado de 30x30 km muestra que la temperatura media satelital (TMsat) encontrada es de 29.2 ± 0.48 y la temperatura media observada (TMobs) es de 28.7 ± 1.12 . Esto indica que el mayor número de larvas se encuentran a temperaturas > a 28 °C, confirmando así que el área de desove del dorado está asociado con la isoterma de los 28 °C (Fig. 63).

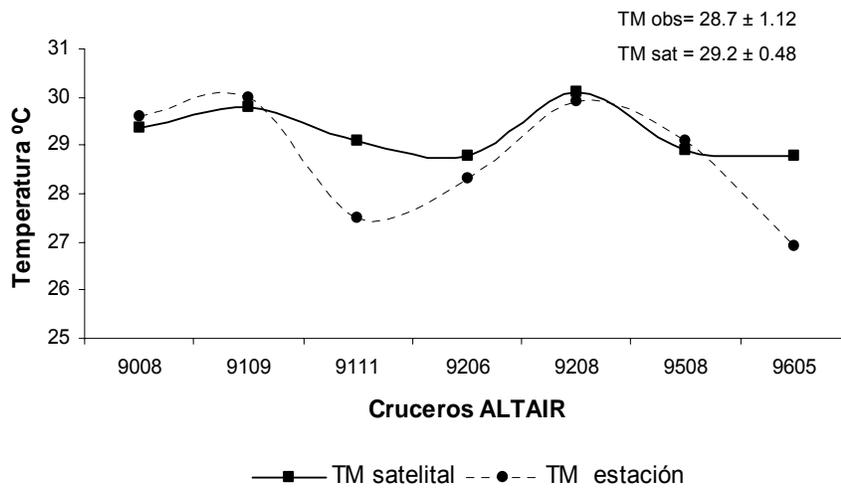


Fig 63. Rango de temperatura donde se observó el máximo número de larvas en un cuadrado de 30 X 30 km.

X) DISCUSIÓN

El estudio de la biología de los peces no puede estar completo si se desconoce la historia natural de los estadios tempranos de vida (Quintal y Vásquez, 2001). Existe, en general una ausencia de conocimiento de las larvas de peces que pertenecen al grupo de pelágicos mayores debido a su carácter migratorio, a la falta de información de sus áreas de reproducción, sitios de desove, así como a su complejidad taxonómica debido a la problemática que representa la identificación de los huevos y sus larvas.

Los dorados presentan una amplia distribución alrededor de todos los océanos del mundo. La abundancia y reproducción estacional de *C. hippurus* ha sido asociada a su conducta migratoria en diversas regiones del mundo, como en el Pacífico central (Hawaii) (Kraul, 1999), en el Pacífico Oriental (Lasso y Zapata, 1999), en el Atlántico occidental (Aoki y Ueyanagi, 1989 y Oxenford, 1999), en el Caribe (Arocha *et al.*, 1999 y Rivera y Appeldoorn, 2000) y el mediterráneo (Massutí y Morales-Nin, 1995). Si bien las hembras son capaces de desovar a lo largo de todo el año, la información disponible sobre la distribución de los primeros estadios de vida y juveniles en la naturaleza es escasa, ya que los datos sobre el crecimiento diario de las larvas (Uchiyama *et al.*, 1986) y la alimentación (Hendrix, 1983) se conocen gracias a la crianza de los adultos en cautiverio (Gibbs y Collette, 1959; Mito, 1960; Shcherbachev, 1973; Potthoff, 1980, Palko *et al.*, 1982 y Kraul, 1989).

Se sabe que las hembras en cautiverio desovan prolíficamente durante todo el año, sin embargo la abundancia estacional y los desoves parciales documentados en la región del Pacífico Oriental sugieren que las larvas en vida libre están limitadas temporal y espacialmente ó bien que están sujetas a periodos discretos de mayor supervivencia (García, 1995).

Lo anterior se confirmó en el presente estudio registrando la presencia de las larvas en los nueve cruceros, donde las temperaturas promedio oscilaron entre los

27 °C y 29 °C. Este es un periodo en donde los adultos encuentran condiciones favorables de temperatura para el desove (García, 1995). En cautiverio se ha observado que el desarrollo embrionario dura alrededor de 48 hrs a temperaturas de 26 a 29 °C (Hendrix, 1983; Uchiyama, 1992). No se logró confirmar la presencia de huevos en el área de estudio, pero la presencia de larvas nos proporciona evidencia del evento reproductivo. Una vez llevada a cabo la eclosión de los huevos en condiciones experimentales, las larvas se alimentarán del saco vitelino hasta el sexto día de vida libre y del séptimo día en adelante dará inicio la primera alimentación (Hendrix, 1983; Kraul, 1993).

La dieta de las larvas de dorado está constituida en su mayoría por copépodos, larvas de peces y calamares entre otros grupos del zooplancton (Hendrix, 1983; Uchiyama *et al.*, 1992; Kraul, 1993). Dichos grupos fueron los principales componentes de las muestras zooplanctónicas obtenidas en los cruceros, sin embargo se observó que no existe una correlación entre el número de larvas de dorado encontradas por estación y los volúmenes de zooplancton, tal como se ha observado en aguas de Hawaii (Uchiyama, 1992). Aunado a la voracidad conocida para estas larvas, los valores altos de temperatura en el área aumentan el metabolismo larval provocando un crecimiento y desarrollo acelerado de las mismas lo que les permite pasar rápidamente el periodo de alimentación planctónico (Hendrix, 1983; Kraul, 1989), de tal manera que la abundancia estacional de las larvas pueda depender tanto de las tasas de supervivencia de cada cohorte como de los cambios en la temperatura superficial del mar (Kraul, 1999).

1) DISTRIBUCION DE LOS ADULTOS Y LAS LARVAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Para el análisis de la distribución de las larvas de dorado se retomaron las zonas geográficas en que se dividió a los cruceros realizados, los cuales se indican en el capítulo de material y método. Se mencionarán por separado aquellos cruceros

cuyas larvas de dorado se encuentren distribuidas en ambas zonas debido a la cobertura geográfica del crucero.

1.1) ZONA NOROESTE

CRUCEROS ALTAIR 9206, 9208, 9308 y 9605

Para el crucero ALTAIR 9206 (realizado a finales de junio) la mayor concentración de larvas de *C. hippurus* se ubicó en aguas del Golfo de California frente a las costas de Sinaloa, lo cual coincide a su vez con la presencia de los adultos en la zona, ya que los índices de captura de dorado en la boca del Golfo muestran alta variabilidad estacional obteniéndose las mayores capturas durante el verano y el otoño, las cuales coinciden con niveles altos de temperatura superficial del mar y baja concentración de clorofila (Ortega-García *et al.*, 2002). La presencia de los adultos en la zona durante el verano podría deberse a eventos reproductivos y a la relación tan estrecha que guardan estos con la temperatura (Barcelata *et al.*, 1990). Lo anterior puede sustentarse con el parche de larvas de *C. hippurus* obtenido en este crucero asociado a la isoterma de los 28 °C y que está formado principalmente por larvas en estadio de preflexión.

Para el crucero ALTAIR 9208 (realizado en agosto) se observó que la mayor concentración de larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* se ubicaron al sur de Cabo San Lucas. Esto coincide con lo que se conoce para los adultos de *C. hippurus* tanto en tiempo como en espacio, pues se sabe que en la zona del Pacífico Noroeste se le encuentra maduro a través de casi todas las estaciones del año con dos picos de desove, uno muy pronunciado en el invierno y otro en el verano pudiendo llevarse a cabo de forma oceánica ó cercanos a la costa. (Barcelata *et al.*, 1990; Saucedo, 1992; Ochoa *et al.*, 1992; García, 1995 y Zúñiga *et al.*, 2006). Estos cruceros muestran que la estación con el mayor número de organismos de *C. hippurus* estaba formado principalmente por larvas en estadio de postflexión, lo que denota un evento reproductivo previo el cual coincide con uno de los picos de desove para la zona y

que a su vez está relacionado con la temperatura, lo que se puede observar en las imágenes de satélite pues las larvas estuvieron asociadas a la isoterma de los 28 °C.

Es importante mencionar la presencia de *C. equiselis* en dicho crucero ya que es el primer registro de larvas (5.9-8 mm) de esta especie que se capturan para la zona. Lo publicado anteriormente para el área del Pacífico Nororiental Tropical contempla tallas consideradas como juveniles (Charter, 1989). En el caso de los adultos ya existe un registro de la presencia de un organismo maduro de *C. equiselis* en el área de Cabo San Lucas (Klett, 1997), en donde se menciona que al menos ocasionalmente, ambas especies llegan a conformar cardúmenes mixtos (Beardsley, 1964). Aunado a esto, en el año de 1992 se presentaron condiciones de “El Niño” (MEI>2) alcanzando hasta 31 °C durante los meses de agosto y septiembre. Durante estos eventos *C. hippurus* fue observado por los buques de pesca comerciales que llevan pescadores a bordo (CPFV) de San Diego y de Oceanside, Ca., los cuales han encontrado ejemplares al pescar con caña (Norton, 1999). Más hacia el sur también se ha reportado que el desplazamiento de aguas cálidas hacia la costa peruana durante estos eventos propicia una mayor captura de dorado (*C. hippurus*) y de atún (*Thunnus* spp) (Majluf *et al.*, 2004). Es decir, el calentamiento de las aguas durante El Niño, proporciona condiciones adecuadas que permite el avance de especies tropicales encontrándolas disponibles en áreas más norteñas lo que explicaría la presencia de las larvas de *C. equiselis* en la zona de estudio.

Para el crucero ALTAIR 9308 sólo se observaron dos larvas de *C. hippurus* asociadas a la isoterma de los 28 °C, la cual se ubicó desde la punta sur de B.C.S. hasta Colima. Esto podría explicar el porque no se encontraron larvas distribuidas en la red de estaciones realizadas desde Punta Eugenia hasta antes de Cabo San Lucas, ya que en los cruceros anteriores se ha podido observar que la distribución de las larvas se asocia preferentemente a dicha isoterma. Por otro lado la falta de ejemplares en el resto de las estaciones muestreadas puede ser atribuida a la probable evasión de las larvas a los arrastres durante el muestreo ó a su distribución en parches, lo que puede propiciar que durante el mismo no se capturen suficientes

ejemplares (Uchiyama *et al.*, 1992). Las larvas capturadas en este crucero se encuentran en estadio de postflexión lo que indica un evento reproductivo previo, coincidiendo la época con la presencia de los adultos en la zona (Barcelata *et al.*, 1990; Saucedo, 1992; Ochoa *et al.*, 1992; García, 1995 y Zúñiga *et al.*, 2006). Para los tres casos anteriores se confirma el desove de los adultos durante el verano asociado a altas temperaturas.

La distribución de parches de las larvas de *C. hippurus* en el crucero ALTAIR 9605 muestra lo que sucede durante la primavera. Como se ha mencionado anteriormente los adultos en esta zona se encuentran maduros durante todo el año y presentan dos picos de desove, uno en invierno y otro en verano (Barcelata *et al.*, 1990; Saucedo, 1992; Ochoa *et al.*, 1992; García, 1995 y Zúñiga *et al.*, 2006). Por otro lado, se ha observado que las gónadas de dorado que se han colectado durante el invierno presentan los máximos de hidratación (com. pers. Zúñiga¹). Lo que hace suponer que durante la fase templada (24 °C - 27 °C) el desove de los adultos es mayor que durante la fase cálida. Para tratar de entender esto es necesario saber que en los meses de Mayo a Julio se observa un periodo de transición oceánica en la zona del Pacífico Nororiental Tropical, en donde la Contracorriente Norecuatorial (aguas cálidas) reaparece para alimentar a la corriente costera de Costa Rica que durante esta época alcanza hasta Cabo Corrientes con el nombre de Corriente Costera Mexicana (Beier *et al.*, 2003, Lavín *et al.*, 2006), sin embargo fuera de la costa se pueden observar remanentes de agua fría que forman parte de la Corriente de California que se encuentra en la zona desde febrero hasta abril (Wirtky, 1965, 1966 y Badan, 1997, Beier *et al.*, 2003, Lavín *et al.*, 2006). Esto provoca que el agua durante la primavera sea rica en nutrientes desde la parte central de Sonora hasta la parte media del estado de Sinaloa (De la Lanza-Espino, 1991), aumentando la productividad biológica y por lo tanto la disponibilidad de alimento para las larvas. Estas condiciones se pueden observar en las imágenes de satélite de dicho crucero, en el cual la presencia de larvas de dorado se encuentra asociada a la isoterma de los 24 °C, lo que corrobora los desoves a esas temperaturas ya que el grado de

¹ M. Zúñiga. Departamento de Pesquerías y Biología Marina. CICIMAR-IPN.

desarrollo de las larvas en los parches encontrados las ubica en estadio de preflexión.

1.2) ZONA CENTRAL

CRUCEROS ALTAIR 9008, 9109, 9111 Y 9211

Para el crucero ALTAIR 9008 la distribución de las larvas muestra que los parches de *C. hippurus* formados completamente por larvas en estadio de preflexión, se ubicaron uno a lo largo y otro cercano al archipiélago de las islas Revillagigedo asociados a la isoterma de los 28 °C. Esto coincide con la presencia de larvas de dorado en océano abierto o cerca de las islas oceánicas (Shchervachev, 1973., Aoki y Ueyanagi, 1989 y Fedoryako, 1989) lo que podría indicar que los adultos se encuentran en la región oceánica cercana al archipiélago debido a la alta productividad biológica que se produce en los bajos o las islas, lo que contribuye a aumentar los niveles de presas y a su vez puede contribuir al aumento de la actividad reproductora cerca de grandes islas y archipiélagos (Klimley *et al.*, 2005, López, 2006). Esto se puede confirmar con el grado de desarrollo observado para las larvas capturadas en esa región.

Un último parche de larvas en estadio de preflexión se aprecia más cercano a las costas de Jalisco asociado a los 29 °C, lo cual puede estar relacionado con la presencia de algunos adultos probablemente más pequeños a los de las regiones oceánicas que desovan cerca de los márgenes continentales (Schervachev, 1973 y Aoki y Ueyanagi, 1989). Aunado a esto, en las costas del Pacífico Central durante el verano (junio y julio) se ha observado que la abundancia de los adultos presenta pequeños incrementos (Macías *et al.*, 2006; Espino *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2006 y Vélez *et al.*, 2006) lo que explica la presencia de las larvas más cercanas a la costa.

El crucero ALTAIR 9109 muestra mayor abundancia de larvas a lo largo de las Islas Marías y la región oceánica y otro bloque frente a las costas de Colima. Las larvas encontradas a lo largo de las Islas Marías se encuentran en su mayoría en estadio de preflexión y al igual que en el crucero anterior, esto indica que probablemente los adultos se encuentren en la región debido a la alta productividad biológica del área, garantizando así el alimento para las larvas (López, 2006).

Por otro lado las larvas encontradas frente a las costas de Colima podrían estar relacionadas con la presencia de los adultos durante el verano (Macías *et al.*, 2006; Espino *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2006 y Vélez *et al.*, 2006) debido a el periodo climático cálido característico de la región (junio a octubre) y que está probablemente relacionado con la influencia de la Corriente Costera Mexicana, la cual se encuentra mas desarrollada durante el verano (Beier *et al.*, 2003, Lavín *et al.*, 2006).

Para el crucero ALTAIR 9111 la distribución de parches de larvas de *C. hippurus* en estadio de preflexión se localizó en las costas de Jalisco y Colima asociadas a temperaturas de 27 °C y 28 °C. Esto a su vez coincide con lo que se conoce sobre huevos y larvas de peces en la región ya que su mayor abundancia así como la riqueza de especies se localiza en la zona costera, principalmente en el periodo de diciembre a mayo (Franco-Gordo *et al.*, 2000) mencionándose que la región costera pudiera representar un área de crianza debido a su alta productividad biológica (Franco-Gordo *et al.*, 2003). Al mismo tiempo este crucero coincide con el pico de mayor abundancia de los adultos registrados para la costa del Pacífico central el cual se presenta de otoño a invierno (Macías *et al.*, 2006; Espino *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2006 y Vélez *et al.*, 2006).

En el crucero ALTAIR 9211 a diferencia del realizado un año anterior presenta muy pocas larvas, una frente a las costas de Jalisco y otra frente a las costas de Colima, ambas asociadas a la isoterma de los 28 °C y coincidiendo con el mayor pico de abundancia de los adultos (otoño-invierno) para la zona (Macías *et al.*, 2006;

Espino *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2006 y Vélez *et al.*, 2006). La baja cantidad de larvas puede deberse como se mencionó anteriormente a la distribución de estos organismos en parches, a la evasión de las larvas a los arrastres, a la alta mortalidad o a la baja densidad de las mismas (Uchiyama *et al.*, 1992).

1.3) ZONA INTERMEDIA

El crucero ALTAIR 9508 presenta dos zonas de distribución de larvas de dorado debido a la cobertura geográfica del mismo. La primera zona de distribución se encuentra frente a las costas de Sinaloa dentro de la boca del Golfo de California lo cual se relaciona con la presencia de adultos en la zona a finales del verano (Ortega-García *et al.*, 2002) asociados con la isoterma de los 28 °C.

La segunda zona de distribución abarca la zona del Pacífico central donde se observan larvas frente a las costas de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán lo que coincide como se ha mencionado anteriormente con la presencia de los adultos en el área durante el verano (Macías *et al.*, 2006; Espino *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2006 y Vélez *et al.*, 2006). Es importante mencionar que en este crucero también se obtuvieron larvas de *Coryphaena equiselis* las cuales se ubicaron una frente a las costas de Jalisco, otra frente a las costas de Colima y una más frente a las costas de Michoacán. Aunque para la zona no se tienen registros de adultos de *C. equiselis*, en la zona del Pacífico sur (Oaxaca y Chiapas) se les puede encontrar maduros de octubre a noviembre y de febrero a julio (Alejo *et al.*, 2006 y Palacios, *et al.*, 2006), por lo cual es probable que los adultos de esta especie formen cardúmenes mixtos con adultos de *C. hippurus* (Beardsley, 1964) y se desplacen hacia el norte siguiendo la isoterma de los 28 °C explicando así la presencia de sus larvas en la zona.

Finalmente, con la información obtenida aún no es posible observar una tendencia que muestre algún pico estacional de desove, ya que no se tiene un mismo número de cruceros, ni un mismo número de estaciones de muestreo durante las diferentes épocas del año por lo cual no es posible compararlos, además la

colecta de larvas pudo ó no haber coincidido con algún parche, lo que impide poder establecer alguna tendencia

2) IMÁGENES DE SATÉLITE

Al realizar una comparación de las imágenes de satélite que tenemos para 2 de los agostos más representativos, pudimos observar que: La imagen de agosto de 1990 (Ver Fig. 46) es la que mejor representaría la climatología de un agosto típico cuando no hay presente ningún fenómeno o evento en la zona. La isoterma de los 28 °C se desplaza hacia el noroeste llegando hasta los 24°N y más allá de los 110°O. El mapa del área de estudio abarca hasta los 26°N por lo cual no es posible observar la isoterma de los 24 °C ya que se encuentra desplazada hacia el noroeste. Durante este año se obtuvieron un total de 26 larvas de *C. hippurus*.

Por otro lado la imagen de agosto de 1992 (Fig. 54) muestra claramente la influencia del fenómeno de El Niño y como las aguas más calientes del Pacífico tropical, generalmente confinadas a la región del Pacífico del oeste, se esparcen a lo largo del ecuador y por lo tanto, las temperaturas de la superficie del mar en el Pacífico central y del este son mas elevadas en uno o dos grados centígrados (Norton, 1999). Para este año se capturaron un total de 8 ejemplares de *C. hippurus* y 8 de *C. equiselis*.

Estos dos ejemplos nos ayuda a observar que la presencia de años más calientes como lo sería agosto de 1992 no influye en que haya un mayor o menor número de larvas de dorado lo que corresponde con lo observado por Norton (1999), ya que de 1970-1988 se observó que los valores bajos de salinidad correspondieron también a altas capturas de dorado. Los periodos de baja salinidad estuvieron asociados con la cercanía a la costa de la corriente de California que acerco a ejemplares de dorado. Sin embargo años más calientes, si influyen en la ampliación del área de distribución para *C. equiselis* lo cual se observó en dicho estudio. Es importante mencionar que algunos estudios muestran que probablemente la

temperatura no es el único factor que influye en el desplazamiento de esta especie más hacia el norte ya que la relación de las capturas de Dorado y el fenómeno de El Niño muestran que el incremento de la disponibilidad de este recurso a través de los años sigue la fase de decremento del índice de oscilación del sur (SOI). Las altas capturas de 1979 y 1980 están asociadas con pequeñas caídas en este índice y no aparecen asociadas con los eventos de El Niño. Además la alta disponibilidad del recurso en 1991 está asociada con tendencias a la baja de este mismo índice. Sin embargo hay que tomar esto con cautela pues esta asociación es frecuente pero no absoluta (Norton, 1999). Todo esto podría darnos la pauta a pensar que existan dos subpoblaciones en el área de estudio, ya que se observaron larvas asociadas a la isoterma de los 28 °C y a condiciones más cálidas y larvas asociadas a la isoterma de los 24 °C y a condiciones más frías. Adicionalmente a esto la distribución de los organismos pudo observarse alrededor de las islas, cercanas a la costa u oceánicas. Según Saville y Schnack (1981) el conocer la distribución de los estadios tempranos en áreas y periodos de tiempo ayuda a definir parte de la estructura compleja de una población, aunado a las medidas de variación ambiental con las que estas puedan ser correlacionadas. Finalmente esto podría también sustentarse con estudios que se han realizado con las poblaciones de adultos de *C. hippurus* en Cabo San Lucas, Mazatlán y Nayarit, ya que se observó que presentaban diferencias significativas entre las estructuras de tallas y sus relaciones de peso y longitud. Estas diferencias son importantes pues ayudan a demostrar, que hay variaciones en la estructura de poblaciones o entre las estructuras poblacionales de la especie en dichas zonas lo que sugiere la presencia de poblaciones diferentes o subpoblaciones (Beltrán, 2000).

XI) CONCLUSIONES

- Se determinó que no existe una correlación entre las larvas de dorado y los volúmenes de zooplancton
- El número de larvas de dorado presentó variaciones temporales e interanuales siendo los cruceros más representativos los de Mayo de 1996 y Agosto de 1998 por la presencia de *C. equiselis*.
- El mayor número de larvas obtenidas en los cruceros correspondió al estadio de preflexión lo que corrobora que el área de estudio es zona de desove para larvas de *C. hippurus*.
- La abundancia larval de las especies de dorado en la fase cálida (28°C -31°C) fue estadísticamente significativa ($\chi^2 = 49.26$ $p < 0.05$).
- El número máximo de larvas tanto de *C. hippurus* como de *C. equiselis* se encuentra a una temperatura \geq a 29 °C durante el verano, sin embargo a *C. hippurus* es posible encontrarlo desde los 24 °C y a *C. equiselis* sólo a partir de los 28 °C.
- Las imágenes de satélite de temperatura superficial del mar muestran que la distribución espacio temporal de las larvas de *C. hippurus* y *C. equiselis* y el área de desove de *C. hippurus* está estrechamente relacionada con la isoterma de los 28 °C durante el verano y el otoño, mientras que durante la primavera está estrechamente relacionada con la isoterma de los 24 °C.

XII) SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

Es necesario que en las futuras colectas de zooplancton se tomen todas las variables físico-químicas posibles con el fin de observar si alguna de estas también influye en la distribución de las larvas.

Se sugiere que se realicen muestreos de zooplancton no sólo cercanos a las costas sino que se amplíe el muestreo a la zona oceánica con el fin de capturar larvas de dorado en ambas zonas y poder hacer una comparación de las áreas de desove.

Es necesario también llevar a cabo muestreos al menos en los dos picos de desove conocidos para el área (invierno y verano) y así poder comparar la abundancia de los desoves en la fase templada y en la fase cálida.

Se sugiere ampliar los muestreos hacia la zona del Pacífico sur en donde se ha reportado mayor abundancia de *C. equiselis* para detectar zonas de desove en esa área, así como poder realizar estudios de tipo genético para analizar las relaciones entre las poblaciones del pacífico sur, central y del noroeste con las de Hawai y Centro América, pues probablemente en la zona del Pacífico Mexicano estemos observando desoves pertenecientes a dos poblaciones distintas de dorado.

XIII) LITERATURA CITADA

- Abitia-Cardenas, L.A. 1992. Espectro trófico energético del marlin rayado *Tretrapturus audax* (Phillippi, 1887) y marlin azul *Makaira mazara* (Judan y Saydor, 1902) de la zona de Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 76 p.
- Aceves, M. G. 2003. Grupos de larvas de peces recurrentes en la costa Occidental de Baja California Sur y región central del Golfo de California. Tesis Doctoral. CICIMAR-IPN. México. 131p.
- Aguilar, P. B. 1993. Espectro trófico del dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) (OSTEICHTHYES: CORYPHAENIDAE), capturado en la Bahía de la Paz y Cabo San Lucas, Baja California Sur, México durante 1990 y 1991. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 109p.
- Ahlstrom, E.H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific, based on collections made on EASTROPAC I. U.S. Fish. Bull., 69(1):3-38.
- _____. 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. U.S. Fish. Bull., 70(4): 1153-1242.
- Ahlstrom, E.H. y H.G. Moser. 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigation and in fisheries. Rev.Trav. Ins. De Pech. Mar. 40:379-398.
- Alejo, M.C., S. Ramos, G. Cercenares, G. González y E. Herrera. 2006. Desarrollo sexual, madurez y reproducción del dorado *Corypahena hippurus* (Pises: Coryphaenidae) en Puerto Madero Chiapas. Memorias del IX Foro Nacional

sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.

Ambrose, D.H. 1996. Coryphaenidae: Dolphinfishes, p.959-963. En H.G. Moser (ed.). The early stages fishes in the California Current Region. CalCOFI Atlas No. 33. Allen Press, USA.

Amezcu-Linares, F. 1985. Recursos potenciales de peces demersales capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico Mexicano, Cap. 2: 39-94. En Yañez-Arancibia, A. (Ed.), Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. De Alimentos, Inst. Cienc. Del Mar y Limnol, Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, México, D. F. 784 p.

Anónimo, 1992. Ley de Pesca y su reglamento. Secretaría de pesca. Talleres "Q" Editores. México, D.F. 68 p.

Aoki, M. y S. Ueyanagi. 1989. Larval Morphology and Distribution of the dolphinfishes, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* (Coryphaenidae). Tokai Univ. Proc., Oceanogr. Sec., No. 28, p. 157-174. [En Jpn]. (Trans. by Tamio Otsu of the Honolulu Laboratory, Southwest Fish. Sci. Center, Nat. Mar. Fish. Serv, NOAA, Honolulu Hawaii. 1991).

Arocha F., L.A. Marcano, A. Lárez, D. Altuve, J. Alió. 1999. The fishery, demographic size structure and oocyte development of dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in Venezuela and adjacent waters. Sci. Mar. 63(3-4):401-409.

Arthur, D.K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes occurring the California current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* and *Trachurus symmetricus*. Fish. Bull. 74:517-530.

- Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M.F. Lavín (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. 99-112.
- Bakun, A. 1996. Patterns in the ocean: Ocean processes and marine population dynamics. Univ. Calif. Sea Grant, San Diego, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S. México. 323 pp.
- Barcelata, M., J. De La O. y L. González. 1990. Aspectos reproductivos de las especies: Pez vela, *Istiophorus platypterus* y dorado *Coryphaena hippurus* capturados en las costas de Mazatlán, Sinaloa en 1988. Tesis de Licenciatura. U. A. S. 56 p.
- Beardsley, G.L. 1964. Contribution to the biology of the dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. Tesis de Maestría. Universidad de Miami, Florida. 79 p.
- _____ 1967. Age, growth and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the straits of Florida. Copeia. 1967: 441-451.
- Beier, E., M.F. Lavín, J. Gómez, V. Godínez y J. García. 2003. La Corriente Costera Mexicana. GEOS 23, 152.
- Beier, E., M.F. Lavin, J. Gómez y R. Tokmakian. 2005. Surface summer circulation off Cabo Corrientes, sw México. Manuscrito enviado a Geophysical Research Letters.
- Beltrán, P.R. 1995. Análisis sobre las capturas de dorado en Mazatlán, Sinaloa Informe Técnico, Inst. Nal. Pesca, CRIP-Mazatlán, Sinaloa, 14 p.

_____ 2000. Contribución al conocimiento de la pesquería y la biología poblacional del Dorado (*Coryphaena hippurus*, Linnaeus 1758) de las costas de Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, México, durante 1997. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nayarit y Universidad de Guadalajara, 54 p.

Beers, J.R. 1976. Volumetric methods. En: H.F. Steedman (ed.) Zooplankton fixation and preservation. Monographs on oceanographic methodology, No. 4, UNESCO Press, Paris. 1-350 p.

Briggs, J.C. 1960. Fish of the worldwide (circumtropical) distribution. *Copeia* 1960:171-180.

Clemens, H.B. 1957. Fish collected in the tropical eastern Pacific, 1954. *Calif. Fish Game* 43:299-307.

Collete, B.B. 1995. Coryphaenidae. Dorados. En W. Fischer, F. Krupp, W. Scheider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca Pacífico Centro-Oriental 3 Vols. FAO, Rome.

Compagno, L.J. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca en el Pacífico Centro-Oriental. FAO. Vol. 2, parte 1. 646-1200 p.

Charter, S.R., S. R. Charter, H.G. Moser y S.B. Reilly. 1989. Ichthyoplankton and station data surface tows taken during the 1989 Eastern Tropical Pacific dolphin survey on the research vessels David Starr Jordan and Mc Arthur. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech Memo NMFS-SWFSC-289 44 p.

Chávez-López, S. 1995. Los sedimentos y la geomorfología de la plataforma continental oeste de Baja California entre los paralelos 24° y 29° LN. 11-34 p. En: Aureoles G., D. y E.F. Balart (eds.). La langostilla: Biología, ecología y aprovechamiento. CIBNOR S.C. La Paz, BCS. México.

De la Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor. D.F. México. 569 p.

De la O, J. y M.E. Barcelata. 1990. Aspectos reproductivos de picudos; *Istiophorus platypterus*, *Makaira nigricans*, *Tetrapterus audax* y del dorado *Coryphaena hippurus*, en las costas de Mazatlán, Sinaloa México. Memoria del Servicio Social Universitario. Esc. Ciencias del Mar. UAS.

Diario Oficial de la Federación del 28 de agosto de 1987. Decreto por el cual se regula el uso y aprovechamiento de los peces picudos, en la Zona Económica Exclusiva del litoral del Océano Pacífico.

Ditton, R.B., S.R. Grimes y L.D. Finkelstein. 1996. A social and economic study of the recreational billfish fishery in the Southern Baja area of Mexico. Prepared for the Billfish Foundation, in cooperation with the Los Cabos Sportfishing Association through a research contract with the Texas A&M University. 50p.

Ditty, J.G., R.F. Shaw, C.B. Grimes, y J. Cope. 1994 . Larval development, distribution, and abundance of common dolphin, *Coryphaena hippurus*, and pompano dolphin, *C. equiselis* (Family Coryphaenidae), in the northern Gulf of Mexico. Fish. Bull.92:275-291.

Documento IATTC-60-03 del 26 al 28 de Junio del 2002. Consideración de los efectos de las pesquerías atuneras del Océano Pacífico Oriental sobre el ecosistema Pelágico. 69 Reunión de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. México.

- Espino, E., A. García, E. G. Cabral y M. Puente. 2006. La pesca del dorado *Corypahena hippurus* en la costa sur de Jalisco. Memorias del IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.
- Espinosa, T.L., P.T. Strub y E. Beber. 2004. Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California. *J. Geophys.*, 109, XXXXXX, doi:10.1029/2003JC002105.
- Fedoryako, B.I. 1989. The influence of the vicinity of islands and continental shelf on the ichthyofauna of the upper epipelagial in the equatorial zones of the Indian Ocean and the Western Pacific. *Voprosylkologii*, 4:56-569 [English trans. *J. Ichthyol.* 29(6): 30-35].
- Filonov, A.E., I. E. Tereshschenko, C.O. Monzón, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad de la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Cienc. Mar.* 26(2): 303-321.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. y Niem, V. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico-Centro Oriental. Volumen I. Plantas e Invertebrados. Roma, FAO. 1995. I:1-646p.
- Franco-Gordo, C., E. Suárez-Morales, E. Godínez y R. Flores-Vargas. 2000. A seasonal survey of the fish larvae community of the central Pacific coast of México. *Bull. Mar. Sci.* 67: 1-14.

- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E. Suárez-Morales y L. Vásquez-Yeomans. 2003. Diversity of ichthyoplankton in the central Mexican Pacific: a seasonal survey. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 57: 111-121.
- García, M. C. G. 1995. Ciclo de reproducción del dorado (*Coryphaena hippurus*) en el área de Los Cabos B.C.S. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 66pp.
- Gibbs, R.H., y B.B. Collete. 1959. On the identification, distribution and biology of the Dolphins. *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*. *Bull. Mar. Sci. of the Gulf and Caribbean* 9(2): 117-152.
- González-Armas, R. 1993. Estudio de la presencia de larvas del marlin rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) en el Pacífico Central Mexicano. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 77 p.
- González-Armas, R., O. Sosa, R. Fúnes, y V.A. Levy. 1999. Confirmation of the spawning area of the striped marlin, *Tetrapturus audax*, in the so-called core area of the eastern tropical Pacific off México. *Fish. Oceanogr.* 8(3): 238-242.
- Hagood, R. W., y G.N. Rothwell. 1979. Sea Grant interim project report. Aquaculture in tropical ocean *Coryphaena sp.* Oceanic Institute, Makapuu Point, Waimanalao, HI 96795.
- Hassler, W.W., y R.P. Rainville. 1975. Techniques for hatching and rearing dolphin, *Coryphaena hippurus*, through larvae and juvenile stages. Univ. North Carolina sea grant Program Publ. UNC-SG 75-31, 17 p.
- Hempel, G. 1979. Early Life History of Marine Fish. The egg stage. Washington Sea Grant Publ., Seattle. 70 p.

- Hendrix, S.D. 1983. The early life history of Mahimahi (*Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*): A report on the culture and growth of larval fish reared in the laboratory. Final report Fulfilling Requirements of a National Marine Fisheries Service Contract No. 82-ABA-305. 40 p.
- Hinojosa, A. 2004. Bahía de La Paz; Hábitat de desove de peces de la familia Clupeidae. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 107 p.
- Johnson, G. D. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of egg, larval, and juvenile stages. Vol IV Carangidae through Ehippidae. U.S. Dep. Inter., Fish Wildl. Serv., Biol. Serv. Prog. FWS/OBS-78/12, Jan. 1978:123-128.
- Jiménez, M.C., E. Espino y E. Márquez. 2006. El dorado y las características climáticas de la costa de Jalisco y Colima (2001-2006). Memorias del IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.
- Joseph, J., W. Klawe y P. Murphy. 1988. Tuna and billfish-fish without a country. Interamerican Tropical Tuna Commission, La Jolla, 69 p.
- Kendall, A.W., E.H. Ahlstrom, y H.G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. Pages 11-22 En H.G. Moser, W.J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr., y S.L. Richardson, eds. Ontogeny and systematic of fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. 1.
- Klett, A., G. Ponce., y S. Ortega. 1996. Pesquería Deportivo-Recreativa. En Casas V.M. y G. Ponce D (Eds). 1996. Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. (2): 389-418.

- Klett, A. 1997. Nuevo registro de dorado Pámpano *Coryphaena equiselis* Linnaeus, 1758 (Coryphaenidae, Pisces) en Cabo San Lucas, B.C.S., México.
- Klimley, A.P., J.E. Richert y S.J. Jorgensen. 2005. The Home of blue Water Fish. *American Scientist*. (93): 42-49.
- Kojima, S. 1961. Studies of dolphin fishing conditions in the western sea of Japan. III. On the stomach contents of dolphin. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 27:625-629.
- Kraul, S. 1989. Review and current status of the aquaculture potential for Mahimahi, *Coryphaena hippurus*. *Advances in tropical aquaculture. Aquacop. Ifremer. Actes de Colloque 9*, 445-459.
- _____ 1993. Larviculture of the Mahimahi, *Coryphaena hippurus* in Hawaii, USA. *Journal of the World Aquaculture Society*. 24(3), 410-421.
- _____ 1999. Seasonal abundance of the dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in Hawaii and the Tropical Pacific Ocean. *Sci. Mar.* 63(3-4):261-266.
- Lasker, R. 1981. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. En: Lasker, R. (ed). *Marine Fish Larvae: Morphology, Ecology and Relation to Fisheries*. Washington Sea Grant Prog. Seattle and London. 80-87.
- Lavín, M.F., E. Beier, J. Gómez, V.M. Godínez y J. García. 2006. On the summer poleward coastal current off SW México. *Geophysical Research. Letters* 33 (L02621).
- López, D. 2006. Variabilidad espacio-temporal de las capturas de atún aleta amarilla en aguas adyacentes a las islas Marías, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 60 p.

- Lasso, J. y L. Zapata. 1999. Fisheries and biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Pacific coast of Colombia and Panama. *Sci. Mar.* 63(3-4):387-399.
- Macías, R., A.L. Vidaurri y M.A. Carrasco. 2006. Análisis descriptivo de la pesca del Dorado (*Coryphaena hippurus*) en el Pacífico central Mexicano. Memorias del IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.
- Majluf, P., A. Valdés y A. Kuroiwa. B.sc. 2004. Reporte final de la propuesta de sistema integrado de monitoreo ambiental para la bahía de Paracas. Comisión para el Desarrollo Sostenible de la Bahía de Paracas (CDSP) Contrato No. GS-10F-0076-6M MOBIS Order No. 527-M-00-03-00148-00 Preparado por: International Resources group ltd. Unidad de Ciencias de la Conservación Universidad Peruana Cayetano Heredia Michael Valqui Ph.D. WWF-OPP Lima.
- Manooch, C.S.I., D.L. Mason, y R.S. Nelson. 1983. Food and gastrointestinal parasites of dolphin, *Coryphaena hippurus*, collected along the southeastern and gulf coast of the united states. U.S. dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC 124, 1-36.
- Massutí, E. y B. Morales-Nin. 1995. Seasonality and reproduction of dolphin-fish (*Coryphaena hippurus*) in the western Mediterranean. *Sci. Mar.* 59(3-4):357-364.
- Mitchell, D.L., D. Ivanova, R. Rabin, T.J. Brown y K. Redmond. 2002. Gulf of California Sea Surface Temperatures and the North American Monsoon: Mechanistic Implications from Observations. *Journal of Climate* 15(17), 2261-2281.

- Mito, S. 1960. Egg development and hatched larvae of the common dolphin-fish *Coryphaena hippurus* Linné. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 26: 223-226.
- Norton, J 1999. Apparent habitat extensions of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in response to climate transients in the California Current. Sci. Mar. 63 (3-4): 239-260.
- Ochoa, R.I., J.R. Torres, C.G. García y L. Pérez. 1992. Parámetros reproductivos de *Coryphaena hippurus* en el área de los Cabos, B.C.S. México. Res. III Cong. Nac. Ictiol., Soc. Ictiol. Méx. México. 24 p.
- Olson, R.J., y F. Galván. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. Fish. Bull: 279-298.
- Ortega-García S. 2000. Proyecto: Dinámica Poblacional del Dorado *Coryphaena hippurus* en la zona vestibular del Golfo de California. CICIMAR-IPN. Boletín No. 74.
- _____. 2002. The dolphinfish fishery in the mouth of the Gulf of California, Mexico. Memories of Proceeding of the 53rd Annual Tuna Conference Lake Arrowhead, California. 56 p.
- Oxenford, H.A. y W. Hunte. 1999. Feeding habits of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. Sci. Mar. 63 (3-4): 303-315.
- Palacios, E.D., G. Cerdenares y S. Ortega-García. 2006. Inferencia de épocas reproductivas del dorado en el Golfo de Tehuantepec, México. Memorias del

IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.

Palko, B. J., G.L. Beardsley, y W.J. Richards. 1982. Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech Memo NMFS Circ.443:1-28. FAO Fish. Synop 130.

Potoschi, A., O. Reñones, y L. Cannizzaro. 1999. Sexual development, maturity and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western and central Mediterranean. Sci. Mar., 63(3-4): 367-372.

Potthoff, T. 1980. Development and structure of the fins and the fin supports in the dolphin fishes *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* (Coryphaenidae). Fish. Bull., U.S. 78:277-312.

Quintal, C. y L. Vásquez. 2001. Asociaciones de larvas de peces en una Bahía del Caribe mexicano. Rev. Biol. Trop. 2(49):559-570.

Randall, J.E. 1995. Coastal Fishes of Oman. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 439 p.

Revelo, B.W. 2003. El Dorado *Coryphaena hippurus* y su Pesquería artesanal en Ecuador. División de Biología y Evaluación de Recursos Pesqueros. Documento en línea.

Ripa, P. 2002. Least squares data fitting. Ciencias Marinas. 281(1):1-20.

Rivera, G.A. y R.S. Appeldoorn. 2000. Age and growth of dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, off Puerto Rico. Fish. Bull. 98(2): 345-352.

- Rose, C.D., y W.W. Hassler. 1974. Food Habbits and sex ratios of Dolphin *Coryphaena hippurus* captured in the western Atlantic Ocean off Hattera, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 103: 94-100.
- Santana, H. H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis doctoral. Universidad de Colima, México. 122p.
- Saucedo, B. C. J. 1992. Análisis de la composición específica de la captura comercial de Peces (Pesca Artesanal) en el sur del estado de Sinaloa. Tesis de Licenciatura. CICIMAR-IPN 89p.
- Saville A. y D. Schnack. 1981. Some thoughts on the current status of the studies of fish egg and larval distribution and abundance. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178:153-157.
- Shchervachev, YU.N. 1973. The biology and distribution of the dolphin (Pisces, Coryphaenidae). J. Ichthyol. 13(2): 182-191.
- Smith, E.P. y S.L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. F.A.O. Doc. Tec. Pesca. 175: 1-107.
- Tibbo, S.N. 1962. New records for occurrence of the white-tip shark *Pterolamiops longimanus* (Poey), and the dolphin *Coryphaena hippurus* L., in the northwest Atlantic. J. Fish. Res. Board Can. 19:517-518.
- Torres, A. G. M. 1996. Edad y crecimiento de *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Coryphaenidae), en el Sur de la Península de Baja California, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 71p.

- Tripp, A. 2005. Ecología Trófica del Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) en dos áreas del sur del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 125 p.
- Uchida, R.N. y J.H. Uchiyama. 1986. Fishery atlas of the Northwestern Hawaiian islands. NOAA. Tech. Report. NMFS. Circ.38:248.
- Uchiyama, J. H., R.K. Burch, y S.A. Kraul, 1986. Growth of dolphins, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*, in Hawaiian waters as determined by daily increments on otoliths. Fish. Bull. 84(1): 186-191.
- Uchiyama, J.H., R.A. Skillman y J. D. Sampaga. 1992. Preliminary results on the larval distribution of *Coryphaena hippurus*, *C. equiselis*, and other pelagic management unit species in Hawaiian waters. Southwest Fisheries Science Center Administrative Report H-92-04. 74 p.
- Vélez, R., J.F. Márquez, R.Macías y A.L. Vidaurri. 2006. Dinámica estacional de la captura incidental de dorado (*Coryphaena hippurus*) en la flota palangrera de mediana altura de Manzanillo, Colima, (2002-2006). Memorias del IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.
- Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Syst. Zool., 9(3): 123-133.
- Watson, W., E.M. Sandknop, S. R. Charter, D.A. Ambrose, R.L. Charter y H.G. Moser. 2002. Ichthyoplankton and Station data for surface (Manta) and oblique (Bongo) Plankton tows taken during a survey in the Eastern Tropical Pacific Ocean July28-December 9, 1999. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech Memo NMFS-SWFSC-338. 94 p.

Wyrtki, K. 1965. Surface current of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 9 (5): 270-304.

_____ 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanogr. Mar. Biol. Annu.Rev. 4:33-68.

Wu, C.C., Su, W.C. y Kawasaki, T. 2001. Reproductive biology of the dolphin fish *Coryphaena hippurus* on the east coast of Taiwan. Fisheries Science. 67:784-793.

Zúñiga, M. S., S. Ortega y M. C. Rodríguez. 2006. Variabilidad estacional de los índices reproductivos del dorado (*Coryphaena hippurus*) en la región de Cabo San Lucas, B.C.S. Memorias del IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de intercambio científico sobre pelágicos mayores (Biología y Pesquerías) 26 p.