

Informe Técnico CICESE

Serie Embarcaciones Oceanográficas



Operación de un muestreador continuo
de zooplancton superficial a bordo del B/O
Francisco de Ulloa durante el año 2000.

Oc. Daniel H. Loya Salinas (loyasa@cicese.mx).



Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada, Baja California, División de Oceanología,
Departamento de Embarcaciones Oceanográficas.



Derechos Reservados © CICESE 2017.

Tabla de Contenido

Sección	Pag.
1.- Resumen.	02
2.- Introducción.	02
2.1.- El estudio de peces pelágicos menores.	03
2.2.- El sistema CUFES.	04
3.- Operación de CUFES.	05
3.1.- Lavado del sistema.	09
3.2.- Verificación de bomba de succión.	10
3.3.- Tiempo de muestreo.	11
3.4.- Fijado de las muestras.	12
3.5.- Registro de datos en bitácoras.	13
3.6.- Mantenimiento preventivo.	15
4.- Consideraciones finales.	17
4.1.- Trabajos generados con CUFES.	17
4.2.- Aplicaciones alternativas.	17
5.- Agradecimientos.	18
6.- Literatura citada.	19
7.- Formato: Registro de datos para bomba de huevos CUFES.	22

1.- Resumen.

Se describe la operación de un muestreador continuo de zooplancton superficial a bordo del B/O *Francisco de Ulloa* durante el año 2000. Este equipo permite estudiar la distribución superficial de huevos de peces en regiones costeras y pelágicas pues obtiene muestras continuas de zooplancton e ictioplancton mientras el barco se encuentra navegando.

2.- Introducción.

Este trabajo es el complemento del informe técnico elaborado por Loya Salinas (2011) sobre la instalación de este equipo a bordo del B/O *Francisco de Ulloa* (propiedad del CICESE). Se presenta una guía para la operación del sistema CUFES (también conocido como “bomba de huevos CUFES”) durante los cuatro cruceros del programa

interinstitucional de monitoreo oceánico IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California, sitio web “imecocal.cicese.mx”) realizados durante el año 2000.

2.1.- El estudio de peces pelágicos menores.

Conocer la dinámica de una población de peces implica conocer no sólo el tamaño y la estructura de la población, sino lo que es más importante, implica conocer la forma y la intensidad en que ésta cambia y se renueva (Csirke, 1980).

Una parte de estudiar la dinámica poblacional en peces pelágicos menores (vg: sardina, anchoveta, macarela) es conocer los cambios en las dimensiones y localización de sus hábitats de desove, pues pueden afectar sus niveles de productividad.

Las pesquerías de sardina y anchoveta en México son de gran importancia comercial, porque su volumen de desembarque en algunos años ha representado más del 50% de la captura pesquera nacional (García Franco *et al.*, 2004). El conocer la amplitud del hábitat de desove (abundancia y patrones de distribución de huevos) permite estimar la biomasa de adultos reproductores, para entender el estatus y la dinámica poblacional y para una mejor administración de la pesquería.

Los altos niveles de agregación en la distribución de huevos de peces se producen debido a que frecuentemente son desovados de noche por los cardúmenes de adultos. Los huevos fertilizados son flotantes y típicamente eclosionan entre uno a cuatro días, permaneciendo en la superficie o muy cerca de ella, dependiendo de la turbulencia y de la profundidad de la capa de mezcla (De la Campa Jerez, 1999).

Coombs *et al.* (2004) también estudiaron la densidad y flotabilidad de huevos de sardina y de anchoveta, y encontraron que los huevos de ambas especies tienen una distribución vertical concentrada en los 20 metros superiores de la columna de agua, con mayor abundancia cerca de la superficie.

2.2.- El sistema CUFES.

CUFES son las siglas de “*Continuous Underway Fish Egg Sampler*” (muestreador continuo de huevos de peces durante la navegación) y fue implementado por Checkley *et al.* (1997) para estudiar la distribución del hábitat de desove de peces pelágicos menores (sardina, anchoveta, macarela, etc.) en el mar.

Este equipo fue diseñado para el estudio de huevos de peces pelágicos menores, pero en el marco de este documento (y el trabajo anterior de Loya Salinas, 2011) se ha preferido denominarlo “muestreador continuo de zooplancton” ya que la dominancia numérica en las muestras CUFES está representada por pequeños crustáceos marinos como los copépodos y anfípodos, aunque también se capturan huevos de peces pelágicos menores así como larvas de esos peces. Esos huevos y larvas son clasificados como ictioplancton, que es un componente del zooplancton.

CUFES mejora sustancialmente la eficiencia de muestreo de huevos de peces durante un crucero de investigación, ya que por ejemplo en un crucero IMECOCAL con 92 estaciones de muestreo, por el método tradicional se obtienen 92 arrastres con red vertical tipo CalVET (Smith *et al.*, 1985), mientras que usando CUFES pueden obtenerse aproximadamente 700 muestras. El primero es “muestreo discreto” con una muestra por cada estación, mientras que el segundo es “muestreo continuo” con varias muestras sucesivas durante la navegación del barco entre las estaciones. El aumento de un orden de magnitud en la intensidad de muestreo al usar CUFES es significativo y permite aprovechar de manera sustancial la infraestructura de operación, el tiempo de barco disponible, y el tiempo del personal participante.

La primera descripción de la instalación y operación del sistema CUFES en el B/O *Francisco de Ulloa* la presentaron Baumgartner y Loya, en una reunión de trabajo organizada por GLOBEC-SPACC (*Global Ocean Ecosystem Dynamics, Small Pelagics*

and Climate Change Programme) en San Sebastián, España, durante febrero del 2000. Después esa descripción se complementó con el trabajo de Loya Salinas (2011). Este sistema en su versión básica se compone de tres componentes: una bomba de succión tipo semi-vortex (ver foto 13 en Loya Salinas, 2011) sumergida, un concentrador de muestras y un colector de muestras. La descripción detallada de su instalación a bordo del B/O *Francisco de Ulloa* puede obtenerse del informe técnico presentado por Loya Salinas (2011), la Figura 1 solo presenta el concentrador y el colector.



Figura 1.- Concentrador y colector de CUFES.

3.- Operación de CUFES.

La operación de CUFES incluye tres fases: al inicio del crucero, el trabajo de rutina, y al terminar el crucero. Además se debe considerar el mantenimiento preventivo del sistema entre cada crucero (ver sección 3.6).

Debido a que la válvula de control del agua a la caja hermética se encuentra en el cuarto de máquinas del barco (de acceso restringido), se solicita al jefe de máquinas abrirla al inicio del crucero y cerrarla al final del crucero. Entre cruceros IMECOCAL esa válvula permanece cerrada.

Para la operación de CUFES también se depende del técnico electrónico del barco, quien controla el encendido/apagado de la bomba interna que suministra agua de mar al termosalinómetro, y es necesario solicitarle que esa bomba se mantenga funcionando durante todo el crucero.

El B/O *Francisco de Ulloa* tiene instalado un termosalinómetro modelo "SBE 21 Seacat" de uso continuo durante la navegación, en el laboratorio seco del barco, para registro de temperatura y salinidad superficiales del agua de mar (ver Figura 2). Es importante anotar los datos generados por este equipo (para cada muestra colectada) en las bitácoras de campo de CUFES (ver anexo) para poder relacionarlas posteriormente con la distribución y abundancia de huevos de peces.



Figura 2.- Termosalinómetro.

Para el trabajo de rutina, la secuencia de encendido y apagado de CUFES se controla desde el laboratorio húmedo, en un panel de control situado sobre el lavabo de trabajo, frente al concentrador y colector (ver Foto 6 en Loya Salinas, 2011).

Secuencia de encendido de CUFES: a) encender la bomba de succión; b) esperar a que el agua de mar llegue al concentrador y alcance un nivel que cubra completamente al tamiz flexible, c) encender el motor del concentrador (para activar el agitador horizontal del porta-tamiz), y d) anotar en la bitácora de CUFES la "hora inicial" de la muestra (junto con la lectura de temperatura y salinidad superficiales en el monitor del termosalinómetro del barco).

El sistema se mantiene trabajando por 20 minutos para acumular una muestra de zooplancton e ictioplancton en uno de los dos copos rígidos del concentrador. Al final del tiempo definido por muestra, el flujo de agua se cambia manualmente al copo contiguo del colector (ver Figura 3) y se apunta en la bitácora la hora final de la muestra, así como algún comentario cuando el operador de CUFES lo considera oportuno (ver Figura 4).



Figura 3.- Operación del selector manual en el colector.

El dato de "hora final" de la muestra que terminó se anota como inicio de la siguiente muestra, junto con los datos del termosalinómetro para la nueva muestra. Este proceso se repite varias veces hasta llegar a la siguiente estación de muestreo, donde se apaga el sistema para proceder con las actividades programadas para esa estación.



Figura 4.- Registro de datos complementarios de las muestras.

Apagado de CUFES: a) anotar en la bitácora la "hora final" de la muestra actual, b) apagar la bomba de succión, y c) apagar el motor del concentrador. Al final del tiempo asignado a cada muestra se cambia el flujo de agua al copo contiguo e inicia una nueva muestra. La muestra acumulada en el copo se pasa a un vial de 20 mililitros, se agrega el fijador (aforado a la capacidad del vial), se etiqueta cada vial (fecha, hora, número de muestra) y se guarda (ver Figura 5).



Figura 5.- Fijado de las muestras en el laboratorio húmedo.

3.1.- Lavado del sistema.

Antes del zarpe del crucero, se contrata a un buzo para quitar la rejilla metálica de la cuchara instalada en el fondo del casco, limpiar la rejilla y el ducto interno (entre la rejilla y la válvula de seguridad), e instalar de nuevo la rejilla. Esa limpieza es muy importante ya que la rejilla se taponea con algas y el ducto metálico acumula bioincrustaciones ("fouling"), especialmente cuando el barco haya estado atracado en muelle varias semanas sin navegar.

A manera de limpieza complementaria, al inicio de cada crucero -después de que el barco sale de la rada portuaria de Ensenada- se enciende la bomba de succión de CUFES para ayudar a que el ducto (entre la cuchara externa y el concentrador) se limpie de algas, bioincrustaciones y hojuelas de óxido.

Esta limpieza inicial se realiza sin haber colocado el tamiz flexible en el concentrador (para evitar daños en la malla nytex del tamiz) y para eliminar ojuelas de óxido en las primeras muestras que se obtengan durante el crucero. El lavado del

sistema se mantiene hasta llegar a la estación de prueba, aproximadamente a una hora de navegación desde el Puerto de Ensenada.

En la estación de prueba se apaga la bomba de succión, se quita la tapa de acrílico del concentrador y se coloca el tamiz flexible con forma de manga en el porta-tamiz del concentrador, así como en los dos copos rígidos en el colector. Durante toda la navegación a la primera estación de muestreo el sistema CUFES va funcionando y generando las primeras muestras del crucero.

Es común que en las primeras muestras alcance a salir todavía algo de la suciedad mencionada anteriormente, por lo cual el obtener muestras antes de la primera estación de muestreo propicia que una vez realizada la primera estación todas las muestras de CUFES salgan básicamente limpias.

3.2.- Verificación de bomba de succión.

Durante un crucero se deben hacer tres series de mediciones del volumen de agua de mar (640 litros por minuto) que la bomba esta enviando al concentrador, para verificar que el promedio del caudal de agua que se recibe es aproximadamente el mismo durante todo el crucero, como una manera indirecta de detectar obstrucciones. Esta medición es importante ya que el tiempo de cada muestra debe ser convertido a una cantidad de agua filtrada, para expresar la abundancia de huevos en relación a un volumen estándar.

Cada serie de mediciones está compuesta de tres réplicas mínimamente. La primera serie se realiza durante el transecto 100 (o el 97 durante el crucero de abril), la segunda serie en el transecto 117 (aproximadamente a la mitad del crucero) y la tercera serie en la primera mitad del último transecto de muestreo del crucero. Esas mediciones

pueden ser realizadas cuando un lance estándar de CTD acaba de iniciar y no hay otras actividades en la cubierta de popa. Se debe estar muy atento a las pruebas de volumen de agua que se realizan durante cada crucero (ver Tabla I), para verificar si hay alguna obstrucción en el sistema.

Tiempo (segundos)	Volumen (litros)
10	106.66
20	213.32
30	320.00
40	426.64
50	633.30
60	640.00

Tabla I.- Volumen de agua enviada al concentrador.

3.3.- Tiempo de muestreo.

Cada muestra que se obtiene del colector de CUFES puede representar el agua filtrada en el concentrador de CUFES durante un intervalo de 20 minutos, de 5 minutos, o un tiempo variable.

El tiempo de muestreo depende de lo siguiente: a) de 20 minutos durante la navegación entre estaciones; b) un tiempo variable, que ocurre cuando se llegó a la siguiente estación de muestreo antes de completar los 20 minutos de una muestra, y c) de 5 minutos en cada estación del derrotero para una calibración CUFES-CalVET.

Regularmente el volumen de biomasa obtenido es menor al máximo que puede ser guardado en un vial de 20 ml (ver Figura 6). Es importante estar pendiente del volumen

acumulado en el copo activo del colector de CUFES para que no se pierda parte de la muestra en caso de registrar un volumen extraordinario (es decir, que sea un volumen mayor a la capacidad del copo rígido). Nótese que el volumen de muestra representa el 20% de la capacidad del vial.



Figura 6.- Muestra etiquetada para su almacenamiento.

Las situaciones que pueden generar volúmenes extraordinarios de biomasa en el colector de CUFES son: atravesar un "parche superficial" rico en zooplancton, muestras obtenidas muy cerca de la costa, o muestras nocturnas.

La revisión de Zeitchel (1978) y el análisis realizado por De la Campa Jerez (1999) describen los factores oceanográficos que tienen influencia sobre la distribución del plancton en tiempo y espacio.

3.4.- Fijado de las muestras.

A cada vial de 20 ml con una muestra CUFES se le agrega 1 ml de formaldehído concentrado (previamente neutralizado con borato de sodio) como fijador.

La proporción de fijador en relación a la capacidad volumétrica del vial (o sea, considerar el formaldehído concentrado como al 100% y aforar cada vial con un 5% de su volumen en formaldehído concentrado) se basa en el criterio de Hunter (1985), para que la concentración resultante del fijador sea igual a la usada por Checkley *et al.* (1997) en sus trabajos con CUFES.

Comúnmente estas muestras tienen poco material biológico, pero cuando se navega cruzando una zona con altas concentraciones superficiales de organismos, cada vial puede recibir mucho material biológico y en esos casos es aconsejable duplicar el volumen de formaldehído usado, o separar en dos o más viales la muestra, según lo considere el operador del concentrador de CUFES.

3.5.- Registro de datos en bitácoras.

Para el registro de los datos correspondientes a cada muestra obtenida durante el crucero se usaron dos maneras complementarias: el manual en hojas con un formato tabular, y el automatizado por medio de una computadora.

Para el método manual se usa un formato con el título "REGISTRO DE DATOS PARA BOMBA DE HUEVOS CUFES" y un renglón para apuntar el identificador del crucero (vg: "IMECOCAL 0010" para el crucero de octubre del 2000). En el cuadriculado general cada renglón representa una muestra y en las columnas se apunta lo siguiente: fecha, número de la muestra, tiempo inicial, tiempo final, latitud inicial, longitud inicial, latitud final, longitud final, temperatura superficial, salinidad superficial, y observaciones (ver anexo en página 22).

Durante el registro de los datos se consideraron los siguientes cuidados: usar lapicero con puntilla de 0.5 mm para facilitar la claridad de las anotaciones, anotar los tiempos (de inicio o final de cada muestra) en formato de 24 horas (tiempo de a bordo), las latitudes y longitudes en formato decimal (sin expresar minutos y segundos).

Los datos de la posición, la temperatura y la salinidad se obtuvieron de la pantalla de la computadora que presenta los datos del termosalinómetro, y se anotaron con cuatro dígitos a la derecha del punto decimal (ver Figura 7).



Figura 7.- Registro de datos complementarios por el método automático.

La columna de "observaciones" son notas complementarias del operador (por ejemplo: "muestra de calibración", "huevos presentes", "inicio de transecto", etc.). Para evitar errores en la anotación de las horas referentes al inicio y fin de cada muestra, los tres participantes del área de biología deben sincronizar sus relojes, y como convención el uso horario no debe ser cambiado durante el crucero (en aquellos casos donde cambia la hora, por ejemplo, por el horario de verano o también conocido como "*daylight savings time*").

Para el método automático se usó una computadora laptop Toshiba 4090 XDVD (con procesador Celeron de 400 Mhz, 196 MB de RAM, un disco duro de 6 GB, y sistema operativo Win98SE) con un programa de aplicación llamado EDAS (*Environmental Data Acquisition System*) versión 1.1 implementado en 1999 mediante LabVIEW 5.0 (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*, de National Instruments) y un receptor GPS (Garmin 128) para obtener mediante señal de satélite los datos de la posición (latitud, longitud) correspondiente a cada muestra CUFES. La ventaja de este sistema automático es que puede incorporar los datos de otros dispositivos complementarios (como un fluorímetro y un flujómetro), para generar archivos directamente en la computadora (ver Figura 7).

3.6.- Mantenimiento preventivo.

Un equipo del tipo electromecánico que trabaja con agua de mar por períodos continuos desde 2.5 horas (navegar entre dos estaciones del mismo transecto) hasta 14 horas (navegar de la estación 113.60 a la estación 117.80), con un tiempo acumulativo de operación de 330 horas por crucero, esta sometido a un desgaste que debe ser corregido antes del siguiente crucero, para asegurar su adecuado funcionamiento.

En el sistema CUFES las piezas que más tienen desgaste son: a) los baleros del eje que mueve las piezas del excéntrico para agitar el porta-tamiz, b) el eje mencionado, c) los protectores de cerámica blanca del concentrador, d) las piezas del excéntrico y e) los tres tamices (uno flexible en el concentrador y dos rígidos en los copos del colector).

El movimiento lateral del porta-tamiz sirve para retardar que el tamiz sea colmatado (con detritus y microalgas que pueden cubrir la luz de malla completamente y pierda rápidamente su eficiencia de filtración).

Se han presentado problemas durante algún crucero en que es necesario realizar el cambio de algún componente del sistema, y para esto el apoyo del jefe de máquinas y del primer motorista del B/O *Francisco de Ulloa* es fundamental, para que no se interrumpa por períodos largos la operación del sistema CUFES durante el crucero (es decir, que no haya "huecos" en la secuencia de muestreo).

La instalación interna de la bomba genera sus propios problemas, principalmente la proliferación de bioincrustaciones dentro de la caja hermética, que impiden su operación normal debido a que los canales de flujo del agua se tapan progresivamente y el caudal circulante que la bomba envía al concentrador es cada vez menor, lo cual puede limitar significativamente su eficiencia de muestreo.

La cuchara montada en el fondo del casco también puede quedar obstruída por dos razones: a) el tiempo entre cruces IMECOCAL que CUFES pasa sin uso (por lo cual proliferan bioincrustaciones que tapan la rejilla), y b) que alguna macroalga obstruya la rejilla durante la navegación.

Al terminar de hacer las pruebas de volumen (proceso que se realiza tres veces durante cada crucero) se compara el promedio aritmético de las tres (o más) mediciones con el valor esperado de la Tabla I (o un valor interpolado obtenido de la misma). En caso de una disminución significativa entre cada prueba, debe suponerse que hay una obstrucción en la toma de agua o dentro de la caja hermética donde se encuentra la bomba.

El uso de cualquier equipo que trabaje con agua de mar debe incluir al final del trabajo (en este caso al final de cada crucero) el lavado general de las piezas con agua

dulce, específicamente el tamiz que va situado en el concentrador, y el concentrador mismo, cuidando que todas las paredes y especialmente las piezas dentro del concentrador que tienen movimiento, estén lo mas posible libres de agua de mar debido a que la sal que se deposita en las superficies al secarse el agua de mar puede ocasionar problemas a mediano y largo plazo.

Además, al quitar las mangueras externas de los pasamamparos, deben instalarse tapones de PVC para que el concentrador no este expuesto al intemperismo durante el tiempo que no esté en uso (entre cada crucero). Los tapones deben revisarse entre cada crucero para sustituirlos en caso necesario.

4.- Consideraciones finales.

4.1.- Trabajos generados con CUFES.

A partir de la operación del sistema CUFES durante los cruceros del proyecto IMECOCAL, se han estado generando en México algunos trabajos para publicarse, presentar en reuniones, conferencias y talleres relacionados con los pelágicos menores, por ejemplo: Loya Salinas *et al.* (2000); Durazo *et al.* (2001); De la Campa *et al.* (2001); y Baumgartner *et al.* (2003).

4.2.- Aplicaciones alternativas.

Además de poder ser usado para conocer el hábitat de desove de peces pelágicos menores, este sistema también puede aplicarse al estudio de otros componentes de las comunidades pelágicas, por ejemplo: el trabajo de Ortuño Manzanares (2003) que comparó la presencia y abundancia de larvas filosoma de langosta roja en muestras superficiales obtenidas con el sistema CUFES y en muestras de arrastres oblicuos con red Bongo.

Notese que si se cambia la luz de malla del tamiz del concentrador por una malla más fina (pero que necesitará limpieza con mayor frecuencia pues se va a colmatar más rápidamente) se puede obtener mayor riqueza de especies planctónicas porque aumenta la cantidad de partículas biogénicas retenidas, pero se recomienda usar un porta-tamiz diferente al que se tiene actualmente, que no permite el cambio de tamiz de manera sencilla y rápida.

Entre la salida del colector y la descarga del agua al mar, pudiera instalarse un segundo colector para otro tipo de muestras, pero la exigencia de supervisión por un operador aumenta. En barcos con espacio limitado y poco personal en cada guardia, el atender un segundo colector es difícil.

El uso de nuevas tecnologías como CUFES junto con imágenes de satélite facilita el estudio del papel del hábitat de desove en la dinámica de poblaciones de pelágicos menores. Brown *et al.* (1993) usaron las imágenes de satélite para dirigir las operaciones de barcos de investigación, pues al incluir capacidades adaptativas durante los muestreos aumenta la calidad de la información obtenida.

Las imágenes de satélite han permitido identificar características ambientales locales (temperatura, concentración superficial de clorofila, etc.) que tienen influencia en los adultos reproductores de las poblaciones de pelágicos menores.

5.- Agradecimientos.

A la tripulación del B/O *Francisco de Ulloa*, especialmente al Ing. José Francisco Contreras González, Jefe de Máquinas, por su apoyo constante durante los cuatro cruceros IMECOCAL realizados durante el año 2000 (enero, abril, julio, octubre) y su ayuda para solucionar problemas operativos de este sistema. Al Dr. Timothy Baumgartner McBride (investigador del Departamento de Oceanografía Biológica del

CICESE), por su confianza para asignarme la responsabilidad de la operación del sistema CUFES durante los cruceros IMECOCAL del año 2000. A la M.C. Sarita de la Campa Jerez (QEPD) y al Sr. Tomás Campos Alfaro (INAPESCA) por su apoyo para operar el sistema CUFES durante el año 2000. Al Ing. Juan Carlos Leñero Vazquez y al Biol. José Luis Cadena Ramírez (ambos adscritos al Departamento de Embarcaciones Oceanográficas del CICESE) por su apoyo con la revisión de este manuscrito, así como las sugerencias para mejorarlo.

6.- Literatura Citada.

Baumgartner, T., and Loya Salinas, D.H. 2000. Incorporation of CUFES into the IMECOCAL ocean monitoring program off Baja California, México. *In*: Checkley, D.M. Jr., Hunter, J.R., Motos, L., and van der Lingen, C.D. (eds.) 2000. Report of a workshop on the use of the Continuous Underway Fish Egg Sampler (CUFES) for mapping spawning habitats of pelagic fish. GLOBEC Report, 14:24-26.

Baumgartner McBride, T., Loya Salinas, D., Curiel, C., y De la Campa, S. 2003. El ciclo anual del desove de sardina (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Pacífico mexicano en el año 2000. XI Taller de Pelágicos Menores y Foro de Intercambio Científico. Mazatlán, Sinaloa, México, 11 al 13 de junio del 2003.

Brown, R.M., Denman, K.L., Borstad, G.A., and Parks, J.R. 1993. The use of satellite imagery to direct research ship sampling operations. *Fisheries Oceanography*, 2(3/4):184-190.

Checkley, D.M. Jr., Ortner, P.B., Settle, L.R., and Cummings, S.R. 1997. A continuous, underway fish egg sampler. *Fisheries Oceanography*, 6(2):58-73.

- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc. Téc. Pesca 192, 82 pp.
- Coombs, S.H., Boyra, G., Rueda, L.D., Uriarte, A., Santos, M., Conway, D.V.P., and Halliday, N.C. 2004. Buoyancy measurements and vertical distribution of eggs of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Marine Biology*, 145(5):959-970.
- De la Campa Jerez, S. 1999. Relación de la abundancia de huevos y larvas de Sardina (*Sardinops sagax*) con variables ambientales en la Corriente de California. Tesis de Maestría en Ecología Marina. CICESE, 52 pp.
- De la Campa, S., Loya, D., Baumgartner, T., y Durazo, R. 2001. Distribución y abundancia de huevos de sardina (*Sardinops sagax caerulea*) durante enero y abril del 2000 en el sur de la Corriente de California. IX Taller de Pelágicos Menores. La Paz, Baja California Sur, 13 al 15 de junio 2001.
- Durazo, R., Baumgartner, T.R., Bograd, S.J., Collins, C.A., De la Campa, S., García, J., Gaxiola, G., Huyer, A., Hyrenbach, D., Loya, D., Lynn, R.J., Schwing, F.B., Smith, R.L., Sydeman, W.J., and Wheeler, P. 2001. The state of the California Current 2000-2001: A third straight La Niña year. *CalCOFI Reports*, 42:29-60.
- García Franco, W., Alvarado Castillo, R.M., Quiñones Velázquez, C., y Félix Uruga, R. 2004. La pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de la Península de Baja California y Golfo de California. Pag. 57-68 *En*: Quiñones- Velázquez, C. y J.S. Elorduy (eds). *Ambiente y Pesquerías de pelágicos menores en el Noroeste de México*. CICIMAR, 186 pp.
- Hunter, J.R. 1985. Preservation of Northern Anchovy in Formaldehyde Solution. *In*: R. Lasker (ed.). 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of

Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS, 36:63-65.

Loya Salinas, D.H. 2011. Instalación de un muestreador continuo de zooplancton superficial a bordo del B/O *Francisco de Ulloa*. Informe técnico CICESE No. 101824, Serie Embarcaciones Oceanográficas, 21 pp.

Loya Salinas, D., De la Campa, S., y Baumgartner, T. 2000. Integración de CUFES (recolección continua de huevos de peces) en los estudios de IMECOCAL. VIII Taller de Pelágicos Menores. Ensenada, Baja California, México, 14 al 16 de junio del 2000.

Ortuño Manzanarez, G. 2003. Abundancia y distribución de larvas filosoma de langosta roja (*Panulirus interruptus*) en la parte sur de la Corriente de California, durante el 2000. Tesis de Maestría en Ecología Marina. CICESE, 148 pp.

Smith, P.E., Flerx, W., and Hewitt, R.P. 1985. The CalCOFI vertical egg tow (CalVET) net. NOAA Technical Report NMFS, 36:27-32.

Zeitchel, B. 1978. Oceanographic factors influencing the distribution of plankton in space and time. *Micropaleontology*, 24(2):139-159.

