

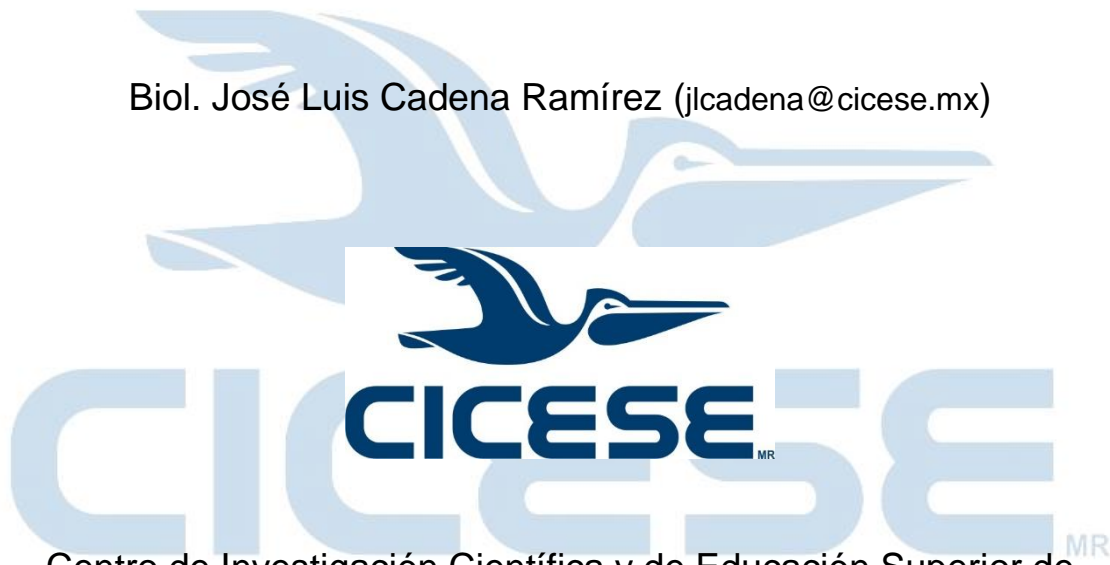
Informe Técnico CICESE

Serie Embarcaciones Oceanográficas



Monitoreo de marea roja en la zona costera de San Felipe, B.C., a bordo de la embarcación menor *Rigel* del 16 al 19 de enero 2015.

Biol. José Luis Cadena Ramírez (jlcadena@cicese.mx)



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



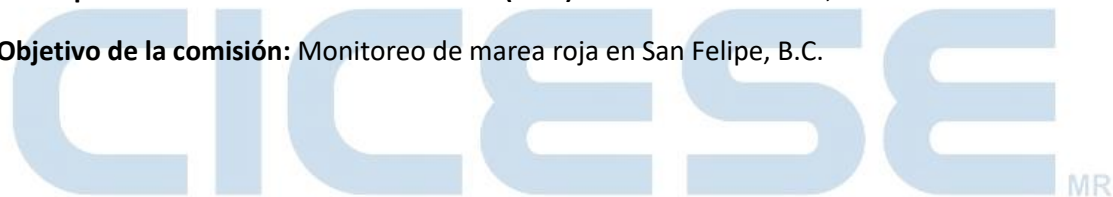
Derechos Reservados © CICESE 2021

21 enero de 2015

DEPARTAMENTO DE EMBARCACIONES OCEANOGRÁFICAS (DEO)

SECCIÓN EMBARCACIONES MENORES (EM)

Salida de campo: No. 1/2015

Oficios de comisión: DEO/002/2015 **Solicitud de viáticos:** Núm. 81929**Fecha:** viernes 16 enero 2015 **Zarpe:** Muelle de San Felipe.**Destino:** San Felipe, B.C. **Embarcación utilizada:** *Rigel*.**Nombre del proyecto:** I.- Importancia ecológica de los diferentes grupos algales en el medio oceánico y costero. II: Composición de la comunidad fitoplanctónica con relación a las condiciones ambientales**Responsable del proyecto:** Dr. Ernesto García Mendoza, Departamento de Oceanografía Biológica (DOB).**Responsable de la salida de campo del proyecto:** Dr. Ernesto García Mendoza (DOB).**Participantes del proyecto:** Dr. Ernesto García Mendoza, M.C. Ramón Murillo, M.C. Yaireb Sánchez, Jennifer Medina, Dra. Mary Carmen Ruiz.**Participantes de embarcaciones menores (DEO):** Iván Castro Navarro, Biól. José Luis Cadena R.**Objetivo de la comisión:** Monitoreo de marea roja en San Felipe, B.C.The logo consists of the word "CICSESE" in a large, light blue, sans-serif font. To the right of "CICSESE" is the text "MR" in a smaller, light blue font. The logo is partially overlaid by a faint, light blue graphic of a wave or a stylized animal.

1.- Introducción.

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) generalmente provocan cambios en la coloración de la superficie del mar razón por lo cual han sido llamadas “Mareas Rojas”. La coloración y la intensidad que alcanzan las FAN depende de la especie que prolifere y las concentraciones que alcancen (Rivera-Pino, 2005).

Para dar seguimiento al tema de las FAN en la zona costera de San Felipe en el Golfo de California y sus efectos en la fauna marina, su economía, y la forma de reducir los riesgos a la salud pública (intoxicaciones) asociados con el consumo de pescados y mariscos contaminados, el Dr. Mendoza (DOB) de la División de Oceanología, programó esta salida de campo para coleccionar muestras de agua, arrastres de fitoplancton y perfiles de la columna de agua en la zona de estudio.

2.- Objetivos.

- Toma de muestras de agua de mar a tres profundidades, superficial, media y profunda.
- Mediciones de temperatura y salinidad.
- Arrastres para coleccionar Fitoplancton.
- Muestreo de contenidos estomacales de aves.

3.- Fuente de datos.

Para la elaboración del presente Informe Técnico de campo de la Serie Embarcaciones Oceanográficas para Embarcaciones Menores (EM), se utilizó la información archivada en forma de afiche (CICESE, 2015), y el reporte de campo elaborado por técnicos adscritos a la sección EM del DEO.

4.- Equipo de transporte marino.

Para la realización de las salidas de campo se utilizó la EM (CICESE, 2020) *Rigel* del DEO.

5.- Equipo de transporte terrestre.

El traslado de la EM del DEO a la rampa de botado al agua en San Felipe, Baja California, localizado en el Golfo de California, se llevó a cabo arrastrando un remolque jalado por medio de la unidad 15C, Pick-up Ford F250 asignado al DEO de CICESE.

Biol. José Luis Cadena R.

6.- Área de trabajo.

El Área de Trabajo quedo establecida a línea de costa al sur de San Felipe entre Punta Estrella y Delicias, comprendidas entre 30°56.232' y 30°49.233' latitud N, y entre 114°43.282' y 114°42.269' longitud W.

7.- Materiales y Métodos.

Inicialmente se explicará en forma general los elementos que hay que tomar en cuenta para llevar a cabo un monitoreo biótico y posteriormente, se presentará lo necesario para cada grupo biológico. Las muestras de agua y fitoplancton fueron colectadas entre el 16 y el 19 de enero del 2015, a bordo de la EM *Rigel*. El procedimiento utilizado para las muestras de agua se basó en la siguiente descripción de la botella Niskin, CTD y red Cónica:

7.1.- Botella Niskin.

Para coleccionar el agua marina contaminada con biotoxinas del fitoplancton se utilizó una botella Niskin marca General Oceanics (Ocean Net, 2021) con capacidad de cinco litros (Fig. 1). Fue muy importante preparar la botella Niskin antes de lanzarla al agua; para esto, las dos tapas de los extremos de la botella quedaron abiertas, y una vez que la botella se ha bajado a la profundidad de muestreo, se lanzaron dos mensajeros circulares de metal por la cuerda-cabo de vida, para activar el pasador liberador que cerró las tapas herméticamente a la botella y de esa manera colecto el agua a la profundidad estimada (termoclina, intermedia y superficial).



Fig.- 1.- Botella Niskin preparada para coleccionar agua de mar.

7.2.- CTD CastAway (náufrago).

El CTD CastAway (Hydroservicios barriles, 2021) es un equipo pequeño, robusto y técnicamente avanzado. Diseñado para perfilar la columna de agua a profundidades de hasta 100 metros en lagos, vasos de agua y en el mar. El CastAway es un equipo muy liviano y de dimensiones pequeñas, que permite conocer los perfiles de los parámetros de la columna de agua como la temperatura (para determinar la termoclina), la conductividad (para estimar la salinidad) y la profundidad del agua *in situ*. Una vez que se recupera del agua, se pueden leer los parámetros a través de su pantalla digital (Fig. 2). Para fines prácticos del muestreo biológico en San Felipe, la termoclina determinó la toma de agua más profunda con la botella Niskin durante el muestreo.



Fig. 2.- CTD CastAway.

7.3.- Red cónica para colectar fitoplancton.

En el control de investigación, para ayudar en la identificación del fitoplancton se realizará además un muestreo cualitativo de fitoplancton con red cónica, con un aro de metal inoxidable de 30 cm diámetro, utilizando una manga de 20 micras de luz de malla (Fig. 3).



Fig. 3.- Red Cónica para fitoplancton.

Esta red se arrastra en el seno del agua, verticalmente si la profundidad lo permite o si no horizontalmente, hasta conseguir un filtrado visible. El volumen en el que haya quedado recogido el contenido del copo de la manga de plancton se guarda en un vial de vidrio o plástico con tapón hermético y se fija la muestra con lugol. Los arrastres con red Cónica se realizaron por la banda de estribor de popa largando 20 m de cuerda. Como el muestreo fue cualitativo, no fue necesario instalar medidor del flujo de agua (flujómetro) para conocer el volumen de agua que pasó por el centro de la red.

8.- Preparativos de la salida de campo.

Los preparativos de la salida de campo iniciaron en el DEO a las 09:00 horas el viernes 16 de enero del 2015 con el oficio de comisión DEO/002/2015 y con la solicitud de viáticos número 81929, para salir ese mismo día por la tarde a las 16:00 horas rumbo a San Felipe, B. C., localizado al norte del Golfo de California. Después de realizar un recorrido por tierra de 248 km y pasar por el poblado Héroes de la Independencia a 1060 m altitud (a 73.1 kilómetros del municipio de Ensenada), con la unidad 15C y remolcando la embarcación menor *Rigel* llegamos a San Felipe a las 19:30 horas, para pernoctar en el hotel Hacienda Don Jesús (Fig. 4). Más tarde llegó el grupo de investigadores del proyecto del Dr. García de CICESE, para realizar el muestreo físico-biológico de la zona estudio con marea roja.



Fig. 4.- Estacionamiento Hotel la Hacienda de Don Jesús.

Muy temprano por la mañana (06:00 horas) se preparó y subió el equipo de muestreo de los investigadores, material y reactivos químicos a bordo de la EM *Rigel*, que fue remolcada por el Capitán Iván Castro y trasladada al muelle local para ser botada al agua, utilizando una rampa diseñada para este tipo de embarcaciones marinas (Fig. 5).

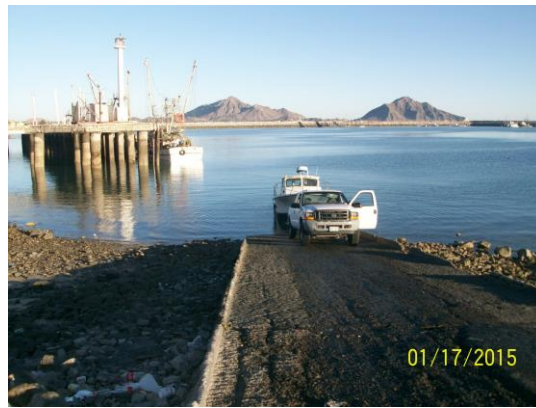


Fig. 5.- Se observa la EM *Rigel* que es puesta a flote en el agua.

El área de estudio fue localizada frente a San Felipe, B.C., a $31^{\circ}01'.40'$ latitud N y $114^{\circ}50.305'$ longitud W, que comprendió una red de 23 estaciones oceanográficas. El muestreo físico-biológico se diseñó para hacerse en dos etapas.

9.- Resultados del muestreo.

La primera etapa del muestreo inició el 17 de enero del 2015, donde se monitorearon ocho estaciones oceanográficas (SF1) frente a Punta Estrella, y la segunda etapa se realizó el 18 de enero del 2015 con nueve estaciones oceanográficas (SF2) al Sur de Punta Estrella (Fig. 6).



Fig. 6.- Red de estaciones en San Felipe realizadas del 17 al 18 enero 2015

Adicionalmente a los muestreos de la zona costera SF1 y SF2 se recolectaron muestras de agua de superficie en un total de seis estaciones a línea de costa, que se encontraban sobre una franja o parche de coloración café-rojiza claramente detectable a vista, para el análisis de fitoplancton (Fig. 7).



Fig. 7.- Localización de muestras sobre parches de Marea Roja.

Otra de las actividades que se realizaron durante el muestreo fue el registro de los parámetros de temperatura superficial del agua con CTD y de la profundidad de las estaciones con el ecosonda de la EM *Rigel*, así como la posición geográfica (latitud y longitud) de cada uno de los puntos elegidos para el muestreo de campo con el GPS GARMIN de la embarcación (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1.- Datos de campo del primer muestreo SF1 en San Felipe, B.C.

Marea Roja Estación	Posición Latitud N	Posición Longitud W	Temperatura °C	Profundidad Metros
SF1-01	31°01.437'	114°45.998'	14.8	19.5
SF1-02	31°02.739'	114°43.414'	15.5	24.5
SF1-03	31°01.903'	114°40.971'	15.7	21.5
SF1-04	31°01.950'	114°39.321'	16.1	24.5
SF1-05	31°00.307'	114°42.318'	16.3	22.0
SF1-06	30°59.130'	114°44.760'	16.2	21.0
SF1-07	30°57.025'	114°42.139'	16.1	16.3
SF1-08	30°58.985'	114°40.304'	16.2	23.0

Tabla 2.- Datos de campo del segundo muestreo SF2 en San Felipe.

Marea Roja Estación	Posición Latitud N	Posición Longitud W	Temperatura °C	Profundidad Metros
SF2-01	30°48.464'	114°35.656'	16.0	35.0
SF2-02	30°48.563'	114°37.504'	16.0	30.0
SF2-03	30°48.559'	114°40.290'	15.8	10.0
SF2-04	30°51.836'	114°40.383'	16.2	10.3
SF2-05	30°51.590'	114°37.716'	16.0	38.0
SF2-06	30°51.497'	114°35.497'	16.5	31.0
SF2-07	30°54.858'	114°35.565'	16.0	30.0
SF2-08	30°54.440'	114°38.422'	16.0	34.0
SF2-09	30°54.355'	114°41.049'	16.5	24.0

En la Tabla 3 se presentan el resumen de toma de datos de la zona a línea de costa observada en parches de marea roja, para contrastar con las demás estaciones muestreadas.

Tabla 3.- Datos de campo del muestreo de marea roja en zona de parches.

Marea Roja Estación	Posición Latitud N	Posición Longitud W	Temperatura °C	Profundidad Metros
1	30°58.633'	114°44.748'	16.1	16.3
2	30°58.335'	114°45.225'	16.0	13.8
3	30°56.766'	114°43.611'	16.0	6.0
4	30°57.711'	114°45.175'	15.8	6.0
5	30°58.596'	114°46.834'	16.0	7.5
6	30°59.560'	114°48.428'	15.4	5.6

10.- Etiquetado y conservación de las muestras.

Todos los frascos de plástico que se utilizaron para coleccionar las muestras de agua para el fitoplancton, se rotularon y etiquetaron con cinta adherible en la parte externa del frasco. En esta cinta se registró el número de la estación, la profundidad de procedencia de la muestra y su posición geográfica. Los tarros de 250 ml con las muestras de fitoplancton coleccionados con la red cónica llevan una etiqueta externa con la siguiente información: localidad, fecha, hora, estación y arrastre al que pertenece.

11.- Procedimiento de la recolecta de muestras.

Al salir de la costa encontramos un ambiente marino con mar del uno y cielo completamente despejado. La primera estación del muestreo se localizó a una distancia de 4.21 millas (6.7 km) de la costa. Para el control de la investigación, y poder complementar la identificación del fitoplancton se realizó un muestreo cualitativo de fitoplancton con arrastres de red cónica, utilizando una manga de plancton de 20 μ m de luz de malla (Fig. 8).



Fig. 8.- Colecta de fitoplancton con red cónica.

El muestreo inició a las 08:30 horas con el primer arrastre vertical de fitoplancton siguiendo el protocolo con una red cónica de 20 micras de abertura de luz de malla para análisis cualitativo. El volumen que haya quedado recogido en el copo de la manga de plancton (Fig. 9) se guardó en un recipiente de plástico con tapón hermético y se fijó la muestra con lugol para su conservación.



Fig. 9.- Fitoplancton concentrado copo colector.

Durante la primera etapa se perfiló la columna de agua con CTD YSI CastAway, ya que este equipo oceanográfico cuenta con una pantalla que permitió tomar las lecturas de los parámetros registrados de la columna del agua (Fig. 10).



Fig. 10.- El CTD CastAway listo para perfilar.

El CTD YSI CastAway registró los cambios de la temperatura al descender por la columna de agua para realizar los perfiles verticales. En cada estación oceanográfica se colectaron al menos tres diferentes muestras de agua de mar con la botella Niskin (15, 10 metros y superficie), la más profunda de las muestras determinada por la termoclina en este muestreo. Se recolectó agua de mar para filtración de fitoplancton de cada una de las tres

profundidades recolectadas, material que fue guardado en recipientes de plástico, y fueron colocadas en hieleras con hielo para su posterior análisis en el laboratorio de CICESE (Fig. 11).



Fig. 11.- Se observa la recolecta de agua de mar.

La colecta de agua para el análisis de bacterias (cianobacterias) en el laboratorio fue realizado utilizando botellas oceanográficas de neopreno, la botella Niskin fue el equipo utilizado en este proceso del muestreo, las muestras fueron depositadas en viales de 20 ml (Fig. 12).



Fig. 12.- Muestras de agua para localizar bacterias.

12.- Etiquetado y conservación de las muestras.

Todos los frascos de plástico que se utilizaron para coleccionar las muestras de agua (fitoplancton), se rotulan y etiquetan con cinta en la parte externa. En esta cinta se registró el número de la estación y la profundidad de procedencia de la muestra. Los tarros de 250 ml con las muestras de fitoplancton llevan colocada una etiqueta externa con la siguiente información: localidad, fecha, hora, estación, y arrastre al que pertenece (fitoplancton).

También fue muy importante tomar muestras de contenido estomacal y del buche de aves marinas encontradas varadas en la zona costera, y algunas otras aves (patos buceadores y pelícanos) flotando a la deriva sobre la superficie del agua, para buscar información sobre la muerte de las aves, relacionada con las algas microscópicas generadoras de fitotoxinas paralizantes, causantes de la marea roja en la zona costera de San Felipe (Figs. 13 y 14).



Fig. 13.- Pato buceador sacado del agua.



Fig. 14.- Pelicano flotando sobre agua.

Al terminar el muestreo físico-biológico marino y llegar a tierra firme, la Dra. Mary Carmen Ruiz de la Torre, de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, asistida por M.C. Ramón Murillo (CICESE), procedieron a abrir la zona del buche del pelicano, utilizando unas tijeras de disección para el levantamiento de material gástrico, de alimentos consumidos por las aves, que podrían indicar cuál fue la causa de su deceso en el mar donde fueron encontrados (Fig. 15).



Fig. 15.- Disección de un Pelicano Pardo (*Pelecanus occidentalis californicus*)

Se realizaron algunas observaciones de delfines al acercarse a la embarcación donde realizamos los muestreos de fitoplancton, los mamíferos marinos nos siguieron por un momento para posteriormente retirarse del lugar donde estábamos trabajando (Fig. 16).



Fig. 16.- Se observa delfines acercándose a la EM *Rigel*.

13.- Consumo de combustible.

Para realizar la salida de campo a la zona costera de San Felipe, B.C., la EM *Rigel* consumió un total de 450 litros de gasolina para recorrer una malla de 23 estaciones oceanográficas. La unidad 15C asignada al DEO consumió un total de 190 litros de combustible durante su viaje de Ensenada a San Felipe.

14.- Logros.

El muestreo físico-biológico se realizó el 100% según lo establecido en el plan de la salida de campo solicitada por el Dr. García (DOB), siguiendo el protocolo establecido para perfilar los parámetros físicos (temperatura y profundidad) y la colecta de agua de mar. Adicionalmente se colectaron muestras de agua en una franja bien definida que sobresalió por presentar coloración rojiza, cerca del área del muestreo programado cerca de la zona costera. Adicionalmente se recogieron muestras de contenidos estomacales de pelicanos y patos buceadores para su análisis en laboratorios de CICESE y UABC en Ensenada, B.C.

15.- Agradecimientos.

Al Oc. Daniel Loya Salinas, jefe del DEO, por el gran interés que ha mostrado para la elaboración de los informes técnicos que representan la productividad que desarrolla la sección de Embarcaciones Menores. Al Ing. Juan Carlos Leñero Vazquez por la organización de las salidas de campo para llevar a cabo el proceso de investigación a bordo de la EM *Rigel* así como a su gran participación y tiempo de dedicación para revisión y sugerencias de los informes técnicos. Al Capitán de la EM *Rigel*, Iván Castro Navarro, por demostrar su gran experiencia en la navegación en aguas interiores, que permite realizar con seguridad los muestreos de las salidas de campo y al apoyar las actividades que se realizan a bordo de la

embarcación. Al meteorólogo y compañero Santiago Higareda Cervera por sus enseñanzas acerca del pronóstico del tiempo local antes de realizar las salidas de campo al mar. Por último quiero agradecer a la asistente de la jefatura del DEO, Laura Ramírez Hernández, por la gestión y el apoyo administrativo para realizar la salida de campo.

16.- Referencias.

- CICESE. 2015. Departamento Embarcaciones Oceanográficas. Embarcaciones menores. Solicitudes de las salidas de campo en forma de afiche. Consultado el 25 de abril de 2020.
- CICESE. 2020. Sección de Embarcaciones Menores del sitio web del Departamento Embarcaciones Oceanográficas (deo.cicese.mx). Consultado el 25 abril de 2020.
- Hydroservicios barriles. 2021. CTD CastAway. Consultado el 12 febrero de 2021, de <https://hydroserviciosbarriles.com/producto/castaway-ctd/>
- Ocean Net. 2021. Botella Niskin General Oceanics. Consultado el 12 febrero de 2021, de <https://www.ocean-net.es/catalogo/producto/botella-niskin/>
- Rivera-Pino, L. 2005. Floraciones algales nocivas - "fitoplancton tóxico". Consultado el 02 de enero de 2021, de <https://www.monografias.com/trabajos32/floraciones-algales-nocivas/floraciones-algales-nocivas.shtml>



CICESE MR