

## Preface / Prefacio

The Gulf of California has proved to be an excellent oceanographic laboratory and has aroused the interest of many researchers from Mexico and elsewhere. Its exploration, motivated by the desire for knowledge of its natural resources and possible exploitation, began in the 16th century. The study of its chemical properties and phytoplankton populations, however, did not commence until much later.

The first scientific undertaking to gather oceanographic data of the Gulf of California consisted of a series of cruises conducted in 1888, 1889, 1904, and 1911 aboard the US Fish Commission Steamer *Albatross*. Of particular interest, data obtained during the March 1889 cruise showed that near the mouth of the Colorado River salinity ranged from 35.2 to 35.7 due to the influence of the river water (Roden 1958), and Gunar Roden's figure 3 showed the effect of an El Niño event in 1889, with temperatures as high as those subsequently recorded during the very strong 1983 event (Álvarez-Borrego 1990). Fifty years later, Scripps Institution of Oceanography, under the leadership of Harald U Sverdrup, conducted a one-month cruise in the Gulf of California, a sea that promised an abundance of very interesting oceanographic phenomena. The February-March 1939 cruise of the R/V *E.W. Scripps* heralded the beginning of modern oceanographic research in the Gulf of California. Fifty-three hydrographic stations were occupied throughout the gulf, and temperature, salinity, dissolved oxygen, and calcium measurements, as well as phytoplankton and zooplankton samples were taken (Sverdrup 1941, Roden and Groves 1959). Seventy-four years later, *Ciencias Marinas* publishes this special issue on "Chemistry and plankton of the Gulf of California".

We have come a long way in our understanding of the gulf since the information generated by the *E.W. Scripps* cruise. The scientific output has been copious and continuous. Harald U Sverdrup (1941) was the first to describe the upwelling phenomenon off the east coast and reported a salinity of 35.12 some 40 miles from the mouth of the Colorado River in March 1939 (fig. 16 in Roden 1958), four years after the Hoover Dam began operations. He was also the first to report that the concentration of dissolved oxygen decreases drastically with depth in the central and southern gulf, with values of only  $0.5 \text{ mL L}^{-1}$  at 150 m depth (indicating high nutrient and dissolved inorganic carbon concentrations and very low pH values), values  $<0.05 \text{ mL L}^{-1}$  between 150 and 900 m depth, and values of up to  $2.6 \text{ mL L}^{-1}$  in deep waters. In Ballenas Channel, however, Sverdrup found unique oceanographic conditions, with no dissolved oxygen and salinity minima at depth, and concluded that water flows into the Ballenas Channel at depths between the surface and the sill separating the channel from the central gulf. On the other hand, JY Gilbert and WE Allen (1943) collected phytoplankton samples during the *E.W. Scripps* cruise and were the first to describe their variation with depth.

With the advent of spectrophotometric techniques in the 1960s, the first detailed results of the spatial distribution of

El golfo de California ha sido un excelente laboratorio oceanológico que ha despertado el interés de un gran número de investigadores mexicanos y de diversos países. Su exploración, motivada por el conocimiento de sus recursos naturales para su posible explotación, comenzó en el siglo XVI. Sin embargo, por mucho tiempo no se estudiaron las propiedades químicas y del plancton del golfo.

El primer programa científico realizado para generar conocimiento de la oceanografía del golfo de California consistió en una serie de cruceros en 1888, 1889, 1904 y 1911 a bordo del B/I *Albatross* de la Comisión de Pesca de los Estados Unidos. Los datos obtenidos del crucero de marzo de 1889 mostraron que cerca de la desembocadura del río Colorado la salinidad varió entre 35.2 y 35.7 debido a la influencia del agua del río (Roden 1958). Además, la figura 3 de Gunar Roden muestra el efecto de un evento El Niño en 1889 en el golfo, con temperaturas tan altas como las causadas por el evento muy fuerte de 1983 (Álvarez-Borrego 1990). Cincuenta años después, la Institución Scripps de Oceanografía, bajo el liderazgo de Harald U Sverdrup, inició operaciones verdaderamente oceanográficas con su primer crucero de larga duración a un mar que prometía un cúmulo de fenómenos oceanográficos muy interesantes: el golfo de California. El crucero del B/I *E.W. Scripps* de febrero-marzo de 1939 inició la investigación moderna del golfo de California ocupando 53 estaciones hidrográficas a través de todo el golfo, donde se tomaron mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y calcio, además de muestras de fitoplancton y zooplancton (Sverdrup 1941, Roden y Groves 1959). Setenta y cuatro años después, se produce este número de *Ciencias Marinas* sobre "Química y plancton del golfo de California."

Se ha recorrido un largo camino desde las contribuciones que se generaron con los datos del crucero del *E.W. Scripps*. Las aportaciones al conocimiento del golfo han sido abundantes y de una manera continua. Harald U Sverdrup (1941) describió por primera vez el fenómeno de surgencias frente a la costa este del golfo, además de registrar que la salinidad a 40 millas de la desembocadura del Río Colorado fue 35.12 en marzo de 1939 (fig. 16 de Roden 1958), cuando la presa Hoover tenía cuatro años de estar en operación. Sverdrup también registró por primera vez que la concentración de oxígeno disuelto disminuye drásticamente con la profundidad en el centro y sur del golfo, con valores de sólo  $0.5 \text{ mL L}^{-1}$  a 150 m de profundidad (lo cual implica concentraciones altas de nutrientes y carbono inorgánico disuelto y valores muy bajos de pH), valores menores que  $0.05 \text{ mL L}^{-1}$  entre 150 y 900 m de profundidad y valores de hasta  $2.6 \text{ mL L}^{-1}$  en las aguas más profundas. En el canal de Ballenas, Sverdrup encontró condiciones oceanográficas únicas, sin mínimos de oxígeno disuelto y salinidad a profundidad, con lo que concluyó que el agua fluye hacia el canal de Ballenas en las profundidades comprendidas entre la superficie y el umbral que separa el canal del golfo central. Por otra parte, JY Gilbert y WE Allen (1943) utilizaron las muestras de fitoplancton tomadas en el crucero del *E.W. Scripps* para describir por primera vez su variación con la profundidad.

nutrient concentrations in the gulf appeared (e.g., Calvert 1966, Warsh *et al.* 1973). The first report on primary productivity was also published in the late 1960s, based on data derived from radioactive carbon ( $^{14}\text{C}$ ) incubations by Bernt Zeitzschel (1969), when the method was still relatively novel. Other innovations came in the 1980s with the first chemical studies of hydrothermal vents at the seabed of basins, such as Guaymas Basin, where new ocean floor is being formed (e.g., Campbell and Gieskes 1984). In the late 1980s, the study of ocean dynamics received considerable impetus with the availability of data generated by sensors mounted on satellites. Ocean color satellite data have been used to study the spatial and temporal variation of phytoplankton biomass and productivity in the gulf, and detailed descriptions of the effects of physical phenomena, from coastal upwelling and eddies to the incidence of El Niño events, began to appear in the 1990s (e.g., Santamaría-del-Ángel *et al.* 1994).

The Gulf of California continues to attract national and international interest. In early 2012, a group of scientists from the Monterey Bay Aquarium Research Institute in California undertook an expedition on board the R/V *Western Flyer* to study hot vent fluids and their fascinating creatures, submarine volcanoes, and fault lines on the seabed using the remotely operated underwater vehicle *Doc Ricketts*. The occurrence of warm waters with low oxygen levels in the gulf affords these researchers the opportunity to gain insight into what may happen in the future to ecosystems such as Monterey Bay.

Diverse topics related to the chemistry and plankton of the Gulf of California are addressed in this issue. It does not aim to cover all aspects but rather to stimulate even more research of this unique Mexican sea.

Con la tecnología de los métodos espectrofotométricos en los 1960s, se generaron los primeros resultados detallados de la distribución espacial de las concentraciones de nutrientes en el golfo (e.g., Calvert 1966, Warsh *et al.* 1973). El primer reporte sobre la productividad fitoplanctónica también se publicó al final de la década de los 1960s, con datos derivados de incubaciones con carbono radioactivo catorce por Bernt Zeitzschel (1969), cuando el método todavía era relativamente novedoso. Otras innovaciones vinieron en los 1980s con los primeros estudios químicos de las aguas hidrotermales de las ventilas en el fondo de cuencas, como la de Guaymas, donde se está formando piso oceánico nuevo (e.g., Campbell y Gieskes 1984). Hacia finales de los 1980s, se dio un gran impulso al estudio de la dinámica oceanográfica del golfo con la aplicación de datos generados por sensores orbitando en satélites. Los datos de satélite de color del océano han sido utilizados para estudiar la variación espacial y temporal de la biomasa y productividad fitoplanctónica del golfo, y los efectos de fenómenos físicos de escalas diversas, desde surgencias costeras y remolinos hasta la incidencia de eventos El Niño, se comenzaron a describir con gran detalle en los 1990s (e.g., Santamaría-del-Ángel *et al.* 1994).

El golfo de California sigue despertando el interés de exploración de mexicanos y extranjeros. En los inicios de 2012, un grupo de científicos del Instituto de Investigación del Acuario de la Bahía de Monterey realizaron una expedición a bordo del B/I *Western Flyer* para estudiar la química del agua de ventilas hidrotermales y sus criaturas fascinantes, volcanes submarinos y zonas de fallas en el fondo marino utilizando el vehículo operado a distancia *Doc Ricketts*. El golfo es especialmente interesante para este grupo de investigadores porque al tener aguas cálidas y con bajas concentraciones de oxígeno, es considerado como una ventana hacia el futuro que permite visualizar lo que pudiera ocurrirle a ecosistemas como el de la bahía de Monterey en California.

En este número se consideran diversos temas de la química y el plancton del golfo, sin la pretensión de hacer una cobertura completa sino más bien tratando de estimular aún más la investigación de este gran mar mexicano.

Saul Álvarez-Borrego and José Martín Hernández-Ayón  
Conveners / Coordinadores

## REFERENCES

- Álvarez-Borrego S. 1990. Evidence of an ENSO event in the data of the 1889 *Albatross* cruise to the Gulf of California. *Cienc. Mar.* 16(2): 131–135.
- Calvert SE. 1966. Accumulation of diatomaceous silica in the sediments of the Gulf of California. *Geol. Soc. Am. Bull.* 77: 569–596.
- Campbell AC, Gieskes JM. 1984. Water column anomalies associated with hydrothermal activity in the Guaymas Basin, Gulf of California. *Earth Planet. Sci. Lett.* 68: 57–72.
- Gilbert JY, Allen WE. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the “E.W. Scripps” in 1939 and 1940. *J. Mar. Res.* 5: 89–110.
- Roden GI. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pac. Sci.* 12: 21–45.
- Roden GI, Groves GW. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.* 18: 10–35.
- Santamaría-del-Ángel E, Álvarez-Borrego S, Muller-Karger FE. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.* 99: 7411–7421.
- Sverdrup HU. 1941. The Gulf of California: Preliminary discussion on the cruise of the E.W. Scripps in February and March 1939. 6th Pacific Science Congress Proceedings, Vol. 3: 161–166.
- Warsh CE, Warsh KL, Staley RC. 1973. Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California. *Deep-Sea Res.* 20: 561–570.
- Zeitzschel B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Mar. Biol.* 3: 201–207.