



Estudios Paleontológicos en Isla Monserrat, Baja California Sur, México

Paleontological Studies in Monserrat Island, Baja California Sur, Mexico

Hernández Pérez, Cindy Fabiola^a; Carreño, Ana Luisa^{b,*}

^aServicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – SENASICA, Carretera Federal Mexico-Pachuca Km 37.5, Tecamac de Felipe Villanueva, 55740 Estado de México, México.

^bDepartamento de Paleontología, Instituto de Geología, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, 04510 CDMX, México.

* anacar@unam.mx

Resumen

Se presenta una relatoría de los estudios paleontológicos desde el siglo XVIII; incluidos algunos descubrimientos serendípicos que han sido realizados en la isla Monserrat, ubicada en el golfo de California, México. Ésta constituye una pieza del rompecabezas insular que se formó durante los procesos geológicos asociados a la abertura y evolución del golfo. Estos estudios se contextualizan dentro del marco histórico que los propicia y, finalmente, son los responsables del conocimiento que actualmente se tiene sobre la biota reciente y fósil que se encuentra en esta extensa área de tierra y mar.

Palabras clave: fósiles, golfo de California, isla Monserrat, México.

Abstract

An account of paleontological studies since the 18th Century is presented, including serendipitous discoveries, which have been made on Monserrat Island, located in the Gulf of California, Mexico. The island constitutes a piece of the insular puzzle that was formed during the geological processes associated with the opening and evolution of the Gulf of California. These studies are contextualized within the known historical framework and which, ultimately, are responsible for the knowledge that we currently have about the recent and fossil biota found in this extensive area of land and sea.

Keywords: fossils, Gulf of California, Mexico, Monserrat Island.

1. El Golfo de California y sus islas

Desde julio de 2005, las islas y áreas protegidas del golfo de California (Figura 1) son consideradas Patrimonio Mundial Natural de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia, y la Cultura (UNESCO, 2005). Este reconocimiento, que se hace sólo a aquellos bienes culturales y naturales del mundo considerados de valor extraordinario para la humanidad, es un recordatorio simbólico de la larga historia de fascinación que el golfo de California y sus islas han ejercido sobre

quienes las han conocido desde los primeros pobladores hasta nuestros contemporáneos.

El golfo de California, también conocido como mar Bermejo¹ o mar de Cortés², se ubica en el noroeste de México (Figura 1). Es una cuenca marina de forma alargada con una orientación de noroeste a sureste, limitada al oeste por la península de Baja California y al este por el macizo continental. En su seno alberga a 898 accidentes insulares en sus diferentes tipos (islas, islotes, rocas e isletas) de los cuales sólo 309 tienen nombre (SEMARNAT, 2001) y 244 son considerados patrimonio mundial (UNESCO, 2005).

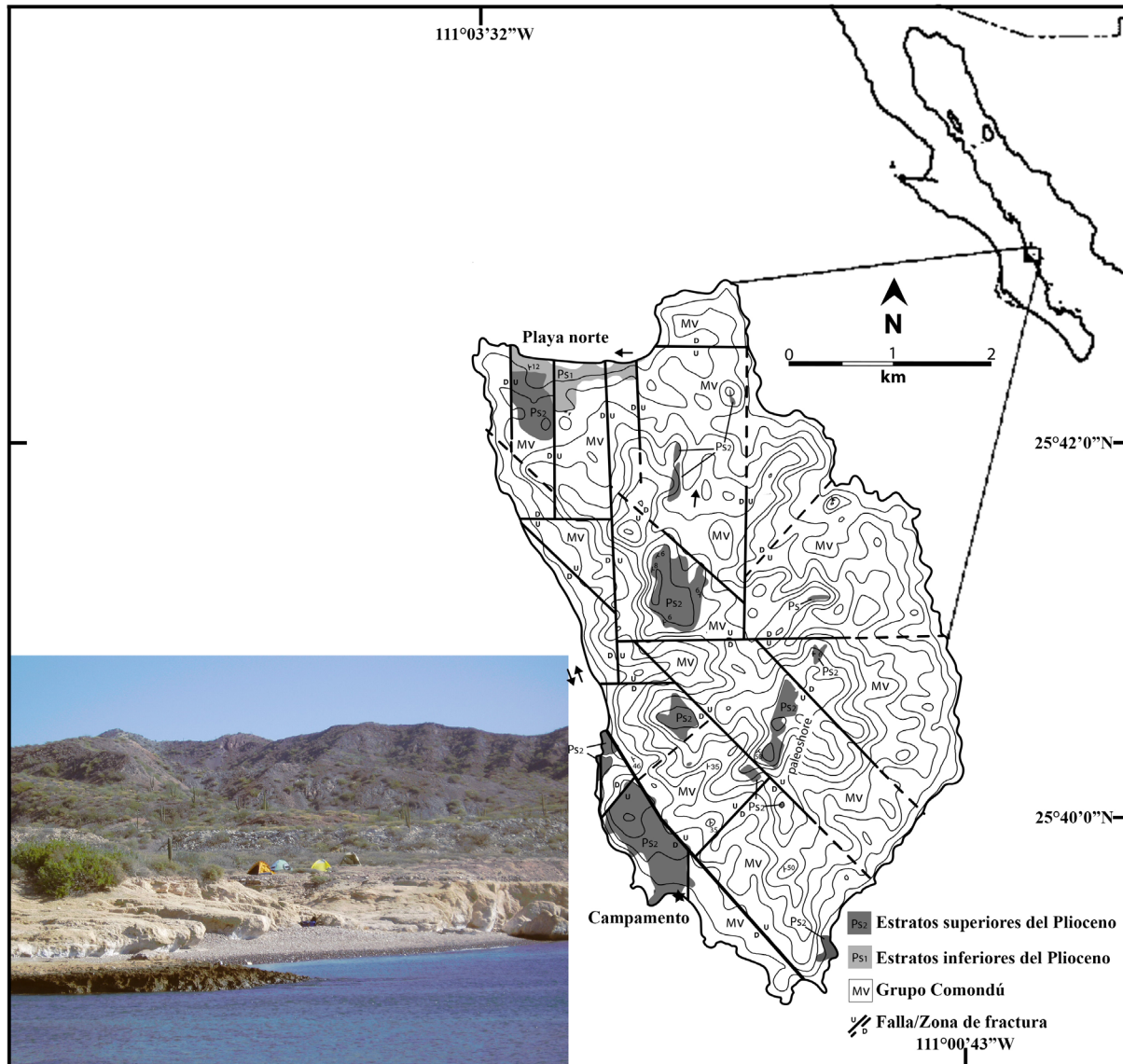


Figura 1. Ubicación de isla Monserrat en el Golfo de California, México. Mapa geológico simplificado de la misma de acuerdo con Johnson (2014) y vista de la Punta Norte de la isla (cortesía de A.Y. Miranda-Martínez, Facultad Ciencias, UNAM).

Esto convierte al golfo de California en la principal zona insular del país, pues cuenta con 50% del total de las islas nacionales (Castro y Cariño, 1998).

Las islas han fungido como escenario geográfico para el desarrollo de una biota única. Sus aguas alledañas forman parte de uno de los mares con mayor productividad primaria del planeta³ y su inherente aislamiento ha promovido un

gran número de endemismos en varios grupos taxonómicos⁴, principalmente en reptiles, cactáceas y mamíferos. Además, constituyen sitios estratégicos para el descanso y reproducción de aves migratorias y mamíferos en grandes colonias⁵ (SEMARNAT, 2001). Finalmente, los recursos culturales también son parte de su riqueza, pues existe evidencia de que algunas islas estuvieron habitadas por

¹ De acuerdo con Bassols-Batalla y Guzmán-Huerta (1959), Hernán Cortés bautizó al golfo como *Bermejo*, debido a la coloración producida por el florecimiento del dinoflagelado *Alexandrium catenella* ([Whedon & Kofoid] Balech) que causa la marea roja. Sin embargo, León-Portilla (1989) señala que Francisco de Ulloa es quien, al llegar al extremo norte del golfo en 1539, bautiza a la región como Ancón de San Andrés y nombra mar Bermejo a esa porción del golfo, tal vez debido al color rojizo de las aguas turbias del estuario del río Colorado.

² La designación "mar de Cortés" se hizo popular en la cartografía de la región por lo menos a partir de 1770, según lo mostrado por Barrera (1992). Sin embargo, tanto la península como el mar han recibido numerosos nombres, por lo que se sugiere revisar el ensayo sobre la evolución de la toponimia de ambas regiones elaborada por Monteforte y Cariño (2009).

indígenas en tiempos prehispánicos o fueron frecuentadas por los mismos (Bowen, 2004)⁶.

El conocimiento de las islas del golfo de California ha sido producto de una intermitente historia de exploraciones, cuyos intereses eran muy diversos, pues iban desde el mero descubrimiento hasta la investigación expansionista y la explotación de recursos. Hasta donde fue posible revisar, no existe un texto de referencia que trate formalmente sobre la investigación científica en el golfo de California en lo general ni de muchas de sus islas en particular. Por lo anterior, nuestro objetivo centrado en isla Monserrat (INEGI, 1983), o Monserrate, como se le refiere en mapas desde el siglo XVIII, es narrar los estudios geológicos y paleontológicos en la isla contextualizados dentro de un marco histórico (Figura 1).

2. Monserrat, una isla en el golfo

El testimonio más antiguo que existe de la isla Monserrat es probablemente el de su primer avistamiento por europeos, expedicionarios comisionados por el Virreinato de la Nueva España⁷. El capitán Francisco de Ortega, quien tenía, entre otras, la misión de "*descubrir y reconocer los puertos y ensenadas de aquellas islas y costa*"⁸, en su segundo viaje

de demarcación realizado entre septiembre de 1633 y abril de 1634, señala: "*navegando por la dicha ensenada, está una isla a ocho legua de la San Carlos Borromeo, pelada y amotagada, a la cual pusimos por nombre, Nuestra Señora de Moserrate, la cual está apegada a la tierra firme: tendrá de boj⁹ ocho leguas, corre de Norte a Sur, y navegando de vuelta del Norte a dos legua de esta Isla Monserrate, esta una isla muy grande*". Los informes de Francisco Ortega no tuvieron gran resonancia, de manera que no quedó constancia cartográfica de sus descubrimientos (Barrera, 1992).

Fue hasta 1685 que Monserrat, con aproximadamente 19 km², tuvo su primera representación gráfica. El jesuita Eusebio Francisco Kino¹⁰ participó en los viajes capitaneados por Isidro de Atondo y Antillón en 1683 y 1685, hechos con el objetivo de iniciar la colonización y la pesca de perlas. De estos, Kino realizó varios mapas entre los que destaca el titulado *Delineación de la Nueva Provincia de S. Andrés, del Puerto de la Paz, y de las Islas circunvecinas de las Californias, o Carolinas*¹¹, donde aún la península se representa como una isla. Sería hasta 1701 que el propio Kino representaría a California como una península en su mapa *PASSO POR TIERRA A LA CALIFORNIA y sus confinantes Nuevas Naciones y Nuevas Miffiones de la Comp^a de JESUS EN LA AMERICA SEPTENTRIONAL*.

³ Los vientos que cambian estacionalmente de dirección y las fuertes mareas causadas por el perfil del fondo marino promueven la formación de fuertes surgencias (movimientos ascendentes de agua subsuperficial llevada a la superficie, desde profundidades ≈100–200 m que llevan nutrientes a las aguas empobrecidas por el consumo biológico). Éstas hacen posible la existencia de grandes cantidades de plancton, que a su vez son la base de la cadena alimentaria en el golfo (SEMARNAT, 2001).

⁴ De las 115 especies de reptiles con registro insular (la mayoría lagartijas, serpientes y tortugas), 48 son endémicas de una sola o varias islas y representan cerca del 10% de la diversidad herpetológica de México. Desafortunadamente, el 25.8% del total de especies de reptiles se encuentran bajo las categorías de peligro de extinción, raras, amenazadas y sujetas a protección especial (SEMARNAT, 2001). Para la Familia Cactácea, cerca del 50% de las 120 especies encontradas en las islas son endémicas (Lindsay y Engstrand, 2002). Se conocen 154 especies de aves terrestres; 45 de ellas, migratorias. De la flora y fauna marina se ha registrado 891 especies de peces (90 endémicas), 4 848 especies de macroinvertebrados, 626 especies de macro-algas y 34 especies de cetáceos, lo que representa un tercio de las especies mundiales de ballenas. Los mamíferos terrestres no son considerados diversos; se conocen 31 especies entre las que predominan los roedores (UNESCO, 2005).

⁵ Como ejemplos de sitios de reproducción de aves está la isla Rasa, menor a 1 km², donde de marzo a junio anida el 95% de la población mundial de la gaviota ploma (*Larus heermanni* Cassin) y del charrán elegante (*Sterna elegans* [Gambel]), observándose hasta 500 000 ejemplares (Velarde, 2005); la isla San Pedro Mártir, que alberga a la cuarta colonia más importante a nivel mundial del pájaro bobo de patas azules (*Sula neobouxi* Milne-Edwards); y la isla Partida donde se encuentran importantes colonias de paño mínimo (*Oceanodroma microsoma* [Coues]), paño negro (*O. melania* [Bonaparte]) y gaviota patas amarillas (*Larus livens* [Dwight]), esta última endémica del golfo de California. También hay colonias reproductoras del lobo marino de California (*Zaliphus californianus* [Lesson]) en las islas San Jorge y San Esteban, entre otras de la región de las grandes islas (SEMARNAT, 2001).

⁶ Documentos, historia oral y sitios arqueológicos muestran que los indígenas han sido residentes a largo plazo en distintos momentos de por lo menos seis islas: Tiburón, San Esteban, San José, Partida Sur, Espíritu Santo y Cerralvo. Las evidencias también señalan que los indígenas visitaron la mayoría de las grandes islas y muchas de las pequeñas incluyendo a Ángel de la Guarda, San Lorenzo Norte, Partida Norte, Dátil, Alcatraz, San Marcos, Carmen, Danzante, Monserrat, San Francisco, Santa Catalina y Santa Cruz (Bowen, 2004).

⁷ A pesar de que hubo varios viajes a lo largo del golfo (entre los que destacan los capitaneados por Francisco de Ulloa en 1539 y Francisco de Alarcón en 1540), es en el relato del Capitán Francisco de Ortega donde se evidencia, al parecer por vez primera, cómo los indígenas que habitan islas aledañas a Monserrat, Danzante y Carmen, tienen su primer contacto con europeos (Ortega, 1632).

⁸ En agosto de 1628, llegó a México una Real Cédula de Felipe IV en la que se comisionaba a Francisco de Ortega para "*hacer viaje via recta a las dichas Californias, descubrir y reconocer los puertos y ensenadas de aquellas islas y costas... procurando enterarse de qué naturales había en aquella tierra, sus costumbres y modo de vivir, sin hacerles ofensa ni maltrato... e informarse si tienen alguna riqueza, plata, oro, y perlas, y si hay pesquerías dellas como por diversas relaciones se ha entendido y qué partes*". Como resultado de las tres expediciones que realizó entre 1632 y 1636, Ortega descubrió, bautizó y describió muchas de las islas (León-Portilla, 2000). Luego de esta expedición siguió otra serie de intentos infructuosos por poblar y conquistar la península, hasta que en el Real Acuerdo se concluyó que la California era inconquistable por los medios usados hasta entonces, por lo cual, se renunciaba a su conquista; sin embargo, se encomendaba a los jesuitas la conversión de los naturales a la fe cristiana (Garza, 1976).

⁹ Del cat. *vogir*, hacer girar; lat. *volvere*, dar vueltas. 1. v. tr. Náutica: medir el perímetro de una isla o un cabo u otro accidente geográfico marino; 2. v. intr. Náutica: tener una isla, o cualquier porción de costa, un perímetro determinado; 3. Náutica: navegar una embarcación a lo largo de una costa. *Costear*. También se escribe bojea. (<https://es.thefreedictionary.com/bojar>; marzo 03, 2021).

¹⁰ Unos años después obtuvo junto con Juan María Salvatierra licencia para la colonización de la Península bajo la promesa de no causar gastos al real erario (Garza, 1976).

Entre 1697 y 1767, los jesuitas lograron el establecimiento definitivo en la península y varios integrantes de la orden realizaron expediciones por tierra firme, el golfo y sus islas. Como testimonios de su estancia, sus viajes o las noticias que de esta tierra recibían destacan cuatro escritos: *Empresas Apostólicas*, manuscrito de 600 páginas de Miguel Venegas que fue terminado en 1739 y publicado en 1757; dos obras póstumas, *Historia natural y crónica de la Antigua California* de Miguel del Barco e *Historia de la Antigua ó Baja California* de Francisco Xavier Clavijero; y, por último, *Nachrichten von der Amerikanischen Halbinsel Californien* de Johann Jakob Baegert, elaborado durante el invierno de 1841–1842. Estos escritos son considerados visiones de conjunto elaborados en el siglo XVIII, en los que se habla, entre otros aspectos, de la historia natural de la región (Lindsay y Engstrand, 2002).

La información referente a Monserrat es verdaderamente escasa. Miguel Venegas en 1757 sólo menciona su presencia: "*Rodean Efta Enfenada (de Loreto) las islas de Monferrate y san Marcial, pequeñas; la del Carmen mas dentro del Golfo, y mayor [...]*". Por su parte, Miguel del Barco (1706–1790) realizó un mapa en el que registró burdamente a Monserrat, así como a las islas aledañas, desde Cerralvo hasta San Ildefonso (Barco, 1988). Resulta sumamente interesante la disertación que este misionero jesuita hace sobre el posible pasado geológico de la península; sobre todo porque en los albores del siglo XXI, los temas respecto a esta región siguen sin agotarse, como lo muestra el presente trabajo. Aquella comienza a partir de la observación de conchas presentes en sitios elevados o muy alejados de la costa. Del Barco escribe lo siguiente:

No solamente en el mar y sus playas, sino también muy lejos de ellas y aún en medio de la península, y en tierras muy altas respecto al mar, se hallan muchas conchas marinas [...] cosa que ha dado materia de discurrir a algunos sobre cómo pudo juntarse allí tanta multitud de conchas. Si alguno quisiere decir que acaso los indios antiguamente traían de una y otra costa las conchas cerradas para abrirlas en aquel paraje, y comer ahí el pez que contienen, arrojando la concha ya despojada en aquel determinado lugar, haciendo montón [...] Otros se inclinan a creer que tanta concha se juntó allí en el tiempo del diluvio universal, (aunque) es difícil de entender cómo pudo esto formarse allí, si esta tierra no estuvo en algún tiempo dilatado sumergida en el mar; porque un año sólo, que duró el diluvio universal, no parece bastante tiempo para que tan grande y tan alta no se petrificase. Otros discurre, y con más probabilidad, que la California, o toda, o gran parte,

estuvo antiguamente sumergida en el mar, de donde después fue levantando la cabeza, y elevándose poco a poco sobre el mar, hasta llegar a ser tierra alta como ahora lo es [...] (Barco, 1988).

Después de la expulsión de los jesuitas en 1767, en virtud de la real orden de Carlos III, se sucedieron en la península otras órdenes religiosas: los franciscanos y dominicos. Los integrantes de esas órdenes no publicaron observaciones sobre historia natural regional, aunque no por ello dejó de generarse información relacionada. A partir de esta época, fueron expedicionarios venidos de otras tierras quienes enriquecieron el conocimiento sobre la península, sus islas, mares y recursos.

Por último, cabe mencionar al novohispano Joaquín Velázquez y Cárdenas de León, quien viajó en 1768 a la península como acompañante del visitador José de Gálvez. En una misiva dirigida a este último, Don Joaquín mostró sus dotes como naturalista al describir de forma diligente no sólo la flora y fauna, sino también los recursos mineros de la región sur de la península en las áreas mineras de Santa Ana (Velázquez de León, 1975).

3. Investigación geológica y paleontológica en la isla

Desde la expedición científica emprendida a la Alta y Baja California, Nuevo México y Guatemala entre 1791 y 1792 por el cirujano y naturalista español José Longinos Martínez Garrido (Lindsay y Engstrand, 2002), auspiciada por los Borbones, ocurrió un sesgo informativo que prevalece hasta la actualidad al haber permanecido los hallazgos de flora, fauna, geología y mineralogía inéditos hasta el siglo XX (Simpson, 1961). Esta expedición tenía como objetivo aumentar el conocimiento sobre sus recursos naturales, geografía y poblaciones. Junto al farmacéutico Jaime Senseve, Longinos recorre la Península desde Cabo San Lucas hasta San Francisco y establece su base en Loreto, recolectando numerosas plantas en isla del Carmen y ágatas muy curiosas. Envío indios como comisionados a las islas de Lobos, de San Buenaventura y de San Gabriel para que le trajesen las producciones naturales que encontrasen (Maldonado, 2000). En su camino, realizó algunas observaciones paleontológicas (Bernabéu, 1994) pues al parecer era un tema que le interesaba especialmente (Maldonado, 2000). Sobre isla Monserrat no hace ningún comentario en su diario de expedición (Bernabéu, 1994).

La pequeña y menos atractiva isla Monserrat en comparación con su vecina, isla del Carmen (que además cuenta con sal y cobre)¹², ha sido deliberadamente omitida

¹¹ Se proporciona al lector el título completo de la obra "*Delineación de la Nueva Provincia de S. Andrés, del Puerto de la Paz, y de las Islas circunvecinas de las Californias, o Carolinas, que al Excell^{mo} Señor D. Thomás Antonio, Lorenzo Manuel Manrique de la Zerda Enriquez y Afán de Ribera Porto-Carrero y Cárdenas, Conde de Paredes, Marqués de la Laguna, Comendador de la Moraleja en la Orden y Caballería de Alcántara, del Consejo de su Magestad, Cámara y Junta de Guerra de Indias, su Virrey, Lugarteniente, Governador y Capitán general de la Nueva España y Presidente de la R. Audiencia de la Nueva España y Chanzellería della, Dedicada y consagra la Mission de la Compa de IESVS de dichas Californias o Carolinas en 21 de Dic. día del Glorioso Apóstol de las Indias S. Thomas, de 1683 años*".

o apenas mencionada como muestran los reportes de Guillemín¹³ (1867) y Gabb¹⁴ (en Browne, 1868), entre otros. En la década de 1870, Monserrat fue cartografiada fielmente por vez primera. De la expedición comandada por George Dewey resultó una breve descripción de la isla que reafirma su esterilidad y señala su origen volcánico (Dewey, 1874); así como una carta en la que se la presenta con cierto detalle topográfico junto con el de las islas aledañas¹⁵. Al conjunto de cartas y reportes originales, se le hicieron sucesivas adiciones y correcciones¹⁶ (*United States Hydrographic Office*, 1887, 1893) hasta que en 1897 se publicaron como un conjunto de mapas en el que ningún accidente natural de la zona quedó sin registro (Barrera, 1992).

Mientras tanto, el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio en funciones desde el 22 de abril de 1853, durante el porfiriato, orienta su política al reconocimiento del territorio nacional. Entonces, se crearon comisiones científicas como la Comisión Exploradora del Territorio de la Baja California, la cual se generó principalmente por el interés por minerales y, en particular, por sus placeres auríferos. Un extenso reconocimiento que se enfocó especialmente en el área del Triunfo y de la Purísima en 1883 a cargo del Ingeniero Joaquín M. Ramos es llevado a cabo como parte de esta iniciativa. Un año después, se publicaron los informes de los trabajos ejecutados en los Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana (Blanco y Moncada, 2011).

A partir del descubrimiento del petróleo en California en 1875 y, sobre todo, del inicio de la explotación comercial a gran escala de aquél tras la Primera Guerra Mundial (Kleinpell, 1980), los estudios geológicos, estratigráficos y paleontológicos relacionados fueron intensamente promovidos por las compañías petroleras (Addicott, 1981). Finalmente, el desarrollo de la región sur de California alentó el interés en los problemas científicos del vecino golfo (Byrne y Emery, 1960). Estos hechos promovieron

la investigación en las áreas mencionadas de forma más o menos intensa durante el siglo XX.

Por estas fechas y con el objetivo de tener un inventario del territorio insular de nuestro país, algunas publicaciones oficiales fueron generadas. Entre ellas destaca el *Catálogo de islas* de García Cubas (en Méndez-Buenos Aires, 1990) o la de Muñoz-Lumbier (1919) que contiene la primera descripción de isla Monserrate (*sic.*) a la cual define como:

Isla de origen volcánico y completamente árida; tiene una extensión de N. a S. como de 4 millas y en dirección opuesta como 2, siendo su punto más culminante de 734 pies de elevación. Su extremidad meridional queda al NE. $\frac{3}{4}$ E. mag., 7 millas de punta de San Cosme, que es el punto más cercano a ella y su punta septentrional al S. 83° v. de la Punta de los Candeleros. Las costas meridional y orientales de dicha isla, son una sucesión de escarpas rocallosas que proyectan mar afuera en varios lugares muchos crestones ahogados con una extensión de $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{4}$ de milla. Por el través de sus extremidades N. y NE. hay rocas salientes; en su lado N. existe una pequeña caleta con una tira estrecha de playa arenosa que se halla muy cercana a la punta extrema NW. de la isla. La costa occidental de ésta es baja y rocallosa, con una punta saliente de plano inclinado. La punta extrema S. de la isla Monserrate se halla, según la carta número 621 de la Oficina Hidrográfica de los Estados Unidos, en lat. $25^\circ 38'$ N. y long. $111^\circ 03'$ W. de Greenwich. A $1 \frac{3}{4}$ millas al N. de las islas se encuentran los dos islotes llamados las Galeras, que antes se han mencionado. La isla de Monserrate queda a $11 \frac{3}{4}$ millas de la de Santa Catalina; en el mismo litoral y entre ambas los sondeos no han dado fondo en ninguna parte del canal que las separa.

De los estudios realizados con fines petroleros destacan los de Heim de 1915 (publicados en 1922), por cuenta de la Compañía Mexicana de Petróleo El Águila (Mina-

¹² Bien ganado tiene Carmen ese preponderante papel, tan sólo por su relevancia en el devenir histórico sudcaliforniano. La salina que posee fue descubierta por los jesuitas en 1698 y su explotación y envío a Sinaloa contribuyó de forma importante a la construcción de la misión de Loreto "Capital de las Californias", justo frente a ella (Castro-Liera y Cariño, 2002). La primera colección de plantas fue realizada por el explorador ruso Ilya Gavrilovich Voznesensky en el invierno de 1841 en la costa peninsular del golfo. Además, los colonos rusos en Alaska necesitaban de la sal del lugar, pues ésta les permitiría curtir sus pieles. La colección quedó depositada en el Museo Zoológico de la Academia de Ciencias Rusa en San Petersburgo (Carter, 1979).

¹³ Edmond Guillemín Tarayre fue miembro de la Comisión Científica Francesa (*Commission Scientifique du Mexique*) creada por mandato de Napoleón III durante el periodo del Segundo Imperio con el objetivo de "reunir un conjunto de estudios o investigaciones propias para dar a conocer, desde todos puntos de vista a México y sus regiones limítrofes". El mineralogista y geólogo exploró algunas islas del Pacífico y del golfo de California de 1864 a 1867. Se concentró en aquéllas que contaban con yacimientos minerales (por ejemplo, Carmen y San José) y describió sus condiciones, productividad, costos de exportación y posible evolución (Pichardo-Hernández, 2001).

¹⁴ William Gabb, paleontólogo del *California Geological Survey*, participó en el primer reconocimiento geológico de toda la Península en 1867 reportando sus recursos minerales. Esta exploración gozó de la inversión de capital estadounidense y de una extensa concesión que adquirieron particulares al gobierno mexicano para su colonización. Atendiendo este interés, el reporte concluye indicando que tan sólo por sus minas, hay suficiente razón para la compra del territorio (La Península) por los Estados Unidos. Sus resultados, publicados por J. Ross Browne, indican que Gabb no visitó ni Monserrat ni las islas aledañas (incluida Carmen aunque la reconoce como notable por su sal); sólo menciona lo siguiente: "la presencia de numerosas islas adyacentes a la costa, la mayoría de las cuales son abruptas e inhóspitas y enteramente inapropiadas para propósitos agrícolas o ganaderos" (Browne, 1868).

¹⁵ Dewey (1874) menciona que "El extremo sur de Isla Monserrate se encuentra a N 14° W 8 millas de punta Marcial y cerca de la misma distancia de tierra firme. Tiene cerca de 4 millas de largo en línea paralela a la costa, y de una a dos millas de ancho. Alcanza de 200 a 500 pies de altitud y presenta una apariencia menos hostil que Santa Catalina. Sin embargo, es como las otras islas de la región de origen volcánico y perfectamente estéril".

¹⁶ George Dewey, Capitán de la Armada Norteamericana, recorrió el golfo de California con la misión de levantar un estudio topográfico bajo el amparo de la Oficina Hidrográfica de aquel país (Barrera, 1992). En esta expedición también se reconoció el piso marino del golfo. Los mapas resultantes constituyeron la base de casi todas las cartas de navegación de la región publicadas hasta 1940 (Byrne y Emery, 1960).

Uhink, 1957); en ellos, aunque no hicieron investigación en las islas, estudiaron el Cenozoico de la península¹⁷ y designaron las formaciones que fueron empleadas posteriormente en la descripción litoestratigráfica de Monserrat: Comondú (Heim, 1922) y Salada (Heim, 1922). También sobresalen los estudios geológicos de Darton (1921) y Beal, comisionado por la *Marland Oil Company de México* (se publicó como reporte comercial preliminar Anónimo en 1924 y posteriormente como Beal, 1948). En este último, Beal señala que "*Monserrate está constituida por rocas de la formación Comondú (Heim, 1922), subyaciendo en algunos sitios a la formación Salada (Heim, 1922). Se encuentra sobre una cresta submarina que se extiende hacia el norte y parece ser la prolongación de una cordillera menor que termina en Punta San Marcial (con una elevación de 1131 pies)*". Estos primeros estudios estratigráficos hacen uso de zonaciones basadas en moluscos para determinar la edad¹⁸.

Con este mismo impulso de exploración por recursos petrolíferos, se crea la Comisión Exploradora del Pacífico, organizada por el Instituto Geológico de México en 1918, donde el paleontólogo Enrique Díaz Lozano tiene por vez primera participación en este tipo de campañas científicas en México. Los resultados (publicados por el Ing. de minas Vicente Gálvez, 1922) muestran que los estudios fueron principalmente encaminados a exploración en búsqueda de recursos minerales y petroleros, mientras que la región insular no fue considerada.

En el ámbito académico, la década de 1920 también generó información sobre Monserrat. Una de las organizaciones científicas con mayor interés en el golfo de California y sus islas es la Academia de Ciencias de California, la cual hasta la actualidad las ha considerado como uno de sus principales campos de exploración e investigación científica (Lindsay y Engstrand, 2002). Entre 1921 y 1923, realizó tres expediciones en las que visitó prácticamente todas las islas del golfo (Hanna, 1927). Los objetivos de éstas fue realizar un estudio exhaustivo de la fauna y flora de las islas y localidades aledañas en tierra firme, así como realizar extensas colectas de ejemplares de distintos grupos¹⁹ (Slevin, 1923). Las expediciones permitieron obtener información geológica sobre las islas que hasta

entonces era desconocida, y desmentir aseveraciones como que todas tenían un origen volcánico o que algunas tenían un potencial petrolero que resultó más bien exagerado (Hanna, 1927). Monserrat fue reconocida como una isla que, aunque pequeña, poseía extensos yacimientos fosilíferos (Hanna, 1927). En ella se colectaron macroinvertebrados que permitieron determinar una edad de Plioceno para la localidad 835 (donde recolectaron *Flabellipecten bosei* Hanna y Hertlein y *Sthenorytis toroensis* [Dall]) y de la localidad 836 (¿Plioceno?) ubicada en una colina en el norte de la isla, frente a Las Galeras (donde se recolectaron los corales *Arca multcostata* [Sowerby] y *Cassis coarctata* [Sowerby]). De esta expedición no se publicaron informes sobre microfósiles a pesar de que el encargado del reporte geológico, el Dr. G. Dallas Hanna, fue pionero en la aplicación de foraminíferos en bioestratigrafía²⁰.

Durante el siglo XX, innumerables expediciones visitaron las islas del golfo²¹, principalmente con fines de investigación biológica (Lindsay y Engstrand, 2002). La que *The Geological Society of America* y *Scripps Institution of Oceanography of the University of California* realizaron durante 78 días en 1940 resulta notable para la geología y paleontología de Monserrat y de la región en general. En ella, se recorrieron muchas de las islas del margen oriental de la península. Los resultados de esta expedición llenaron por mucho los huecos que existían hasta entonces sobre el conocimiento de la geología y paleontología de las islas del golfo (Anderson *et al.*, 1950) (Figura 2). Aunque sólo se dedicó parte de un día para visitar Monserrat y las observaciones se limitaron al área suroeste, en el informe geológico de Anderson (1950) se realiza la descripción de la isla más completa hecha hasta el momento.

El primer estudio de los foraminíferos fósiles de las islas del golfo de California (Natland, 1950) fue otra aportación importante pese a ser muy general (se estudiaron sólo 16 muestras de todas las colectadas por Anderson y Durham, de las cuales sólo una pertenece a Monserrat), pues permitió un primer acercamiento a estas asociaciones de microfósiles. Por la presencia de *Aquiptecten revellei* Durham y *Patinoptecten bakeri* (Hanna and Hertlein) subsp. *diazii* Durham en las localidades 3566 (lado E del extremo sur) y 3568 (extremo sur) de Monserrat, se infiere

¹⁷ Heim asignó una edad Terciaria a una gran extensión de la Península que, aunque originalmente había sido identificada como Miocénica por Gabb (en Browne, 1868), fue reconocida como Cretácica por investigadores posteriores (Willis, 1912).

¹⁸ Desde que en 1906 se desarrolló un esquema de zonaciones del Cenozoico en la Costa del Pacífico que emplea moluscos, estos trabajos fueron la única base para determinar edades, correlacionar formaciones e incluso definir unidades mapeables hasta que en 1914 J. A. Cushman demostró, por primera vez, que los foraminíferos podrían ser utilizados en la correlación de unidades geológicas subsuperficiales. Esto comenzó el desarrollo de zonaciones que utilizan a estos microfósiles (Addicott, 1981).

¹⁹ Slevin (1923) menciona que antes de 1906 se contaban con colecciones grandes y valiosas de la región del golfo como resultado de expediciones auspiciadas por la Academia desde 1888 (Lindsay y Engstrand, 2002); sin embargo, un incendio provocado por un sismo hizo que se perdieran.

²⁰ El Dr. F. Dallas Hanna, a pesar de ser inicialmente especialista en diatomeas, en 1923 erigió el primer laboratorio comercial de micropaleontología en la Costa del Pacífico (Addicott, 1981).

²¹ La *Allan Hancock Foundation* auspició varias expediciones con fines de investigación biológica marina. Entre 1931 y 1941, el Velero III realizó cruceros que cubrieron prácticamente toda la línea de costa del Pacífico desde San Francisco hasta las islas Galápagos. Éstos recorrieron el golfo de California, la costa de México, América Central, y el norte de Sudamérica con el objetivo de estudiar la biota de las aguas someras que hasta entonces habían gozado de poca atención (Aleem, 2002).

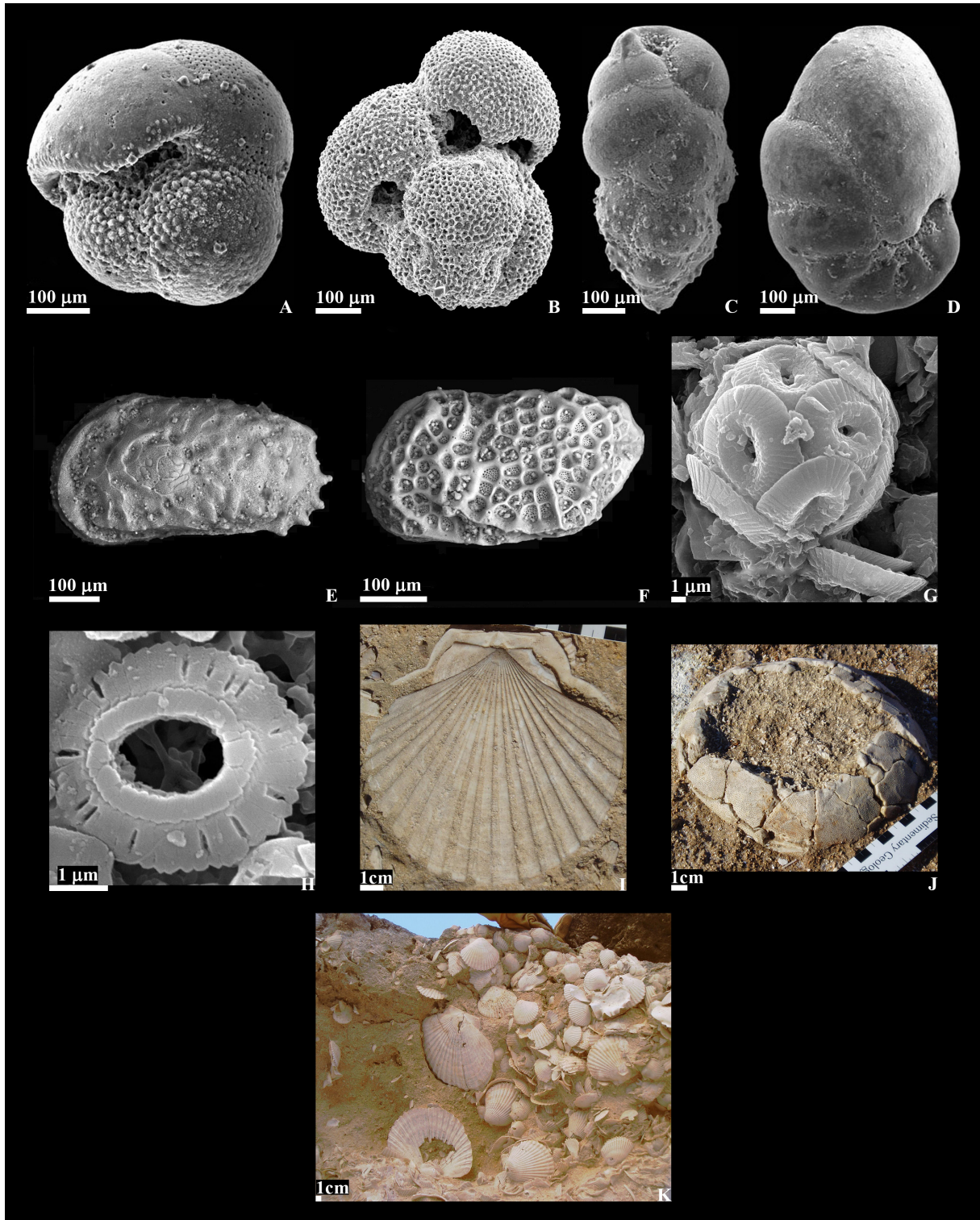


Figura 2. Fósiles clásicos de isla Monserrat mencionados en múltiples trabajos publicados sobre la geología y la paleontología de la Baja California y sus islas. Cada fotografía tiene escala gráfica. Los microfósiles (Carreño *et al.* 2015) se encuentran depositados en la Colección de Micropaleontología del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, Carmen Perrilliat UNAM. Macrofósiles son por cortesía de J. Ledesma-Vázquez de la UABC en Ensenada, Baja California. A. *Pulleniatina primalis* Banner y Blow; IGM1410-Mi, muestra IMN1, vista umbilical; B. *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny); IGM1380-Mi, muestra IMN1, vista espiral; C. *Buliminella basispinata* Stewart y Stewart; IGM-1423-Mi, muestra IMN7, vista lateral; D. *Cancris carmenensis* Natland; IGM-1436-Mi, IMN7, vista espiral; E. *Cancris auriculus* (Fichtel y Moll); IGM1332-Mi, muestra IMN2, vista espiral; F. *Pterolaxa guaymasensis* Swain; IGM-1091-Mi, muestra IMN4, vista externa, valva izquierda; G. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller; cocósfera, IGM-208-Mi, muestra IMN1; H. *Pseudoemiliania ovata* (Bukry) Young, escudo distal IGM-260-Mi; muestra IMN13; I. *Patinopecten bakeri* (Hanna y Hertlein) *diazi* Durham, sección sedimentaria Monserrat Sur; J. *Clypeaster bowersi* Weaver, sección sedimentaria Monserrat Sur; K. Clasto armado de *Aequipecten* spp. y *Patinopecten* spp. sección sedimentaria Monserrat Sur.

una correlación con la formación Carmen (Anderson, 1950) cuya sección tipo se encuentra en la isla homónima y es considerada del Plioceno medio²² (Anderson, 1950; Durham, 1950).

En la década de 1940, Petróleos Mexicanos (PEMEX) exploró la mitad sur de la península. Los resultados de la investigación publicados por Mina-Uhink (1957) no mencionan a Monserrat²³, aunque sí describen las formaciones que Beal (1948) y Lozano-Romen (1975) identifican en ella (Mina-Uhink, 1957). Posteriormente, en 1958, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística auspició la llamada Primera exploración Geográfico-Biológica en la península de Baja California. De este muy tardío primer acercamiento no se generó información relevante sobre Monserrat; sin embargo, es destacable la mención en el reporte que se hace al desconocimiento que a la fecha se tenía en México de este territorio: "*un alejado trozo del país*" hasta esa época investigado y recorrido casi de forma exclusiva por extranjeros, urgido de la atención de científicos mexicanos, y de la publicación y difusión de los estudios sobre él generados (Bassols-Batalla y Guzmán-Huerta, 1959).

El interés científico internacional y nacional por el golfo y sus islas fue reavivado a finales de la década de 1960, a partir de la consolidación de la Teoría de tectónica de placas. Los conceptos que ésta plantea (movimiento de placas, generación de piso oceánico, etc.) tienen aplicaciones directas en el esclarecimiento del origen e historia del golfo (Chase *et al.*, 1970). Simultáneamente, la Teoría de biogeografía de islas (MacArthur y Wilson, 1967) convirtió al golfo en un escenario inigualable para su comprobación debido a que éste fue catalogado como uno de los lugares más prístinos del planeta (Gastil *et al.*, 1983). Por lo anterior, las islas del golfo son consideradas laboratorios naturales para la investigación geológica y evolutiva (UNESCO, 2005).

Más adelante, en 1975, como parte de una nueva evaluación petrolera de la península hecha por PEMEX, Lozano-Romen menciona lo siguiente: "*Monserrat está compuesta por una sierra abrupta, formada por conglomerados volcánicos en capas gruesas a masivas semejantes a los de la Sierra de la Giganta en la Península, constituida por la formación Comondú. En algunas partes de la isla, hacia el Noroeste, esta formación se encuentra cubierta por la Formación Salada del Pleistoceno*".

En el primer texto que comprendió gran parte de la información biológica sobre las islas que se había

acumulado a la fecha, *Island Biogeography in the Sea of Cortez* (Gastil *et al.*, 1983), se indica que Monserrat está formada por rocas volcánicas del Mioceno y rocas marinas del Plioceno; además, se señala que la isla se conformó como tal probablemente durante el Pleistoceno y que fue originada posiblemente por un mecanismo de *uplift*. Asimismo, en el libro *A new Biogeography of the Sea of Cortés*, Carreño y Helenes (2002) indican que las rocas marinas (calizas fosilíferas) de una supuesta edad del Plioceno medio se encuentran cubiertas por gravas pleistocénicas y que el posible mecanismo que originó su condición insular fue el fallamiento y levantamiento durante el Pleistoceno tardío (?).

Carreño y Smith (2007) mencionan que los ejemplares de moluscos marinos colectados por J.A. Minch en 1987 en rocas no designadas formalmente del noroeste de Monserrat forman parte de facies de agua profunda que contienen el gasterópodo epitoniido marino *Sthenorhytis toroense* asociado con especímenes abundantes desarticulados de *Flabellipecten bosei* Hanna y Hertlein de probable edad Plioceno. Como se mencionó anteriormente, ambas especies habían sido reportadas ya por Hanna y Hertlein (1927) y al respecto de *Epitonium (Sthenorhytis) toroense* Dall cabe señalar que, de acuerdo con DuShane (1974, 1977), ésta corresponde a una especie holocénica *E. (S.) turbina* Dall.

Respecto a la edad de Monserrat, estudios como el de Ledesma *et al.* (2007) proponen una edad de Plioceno temprano a medio para las unidades sedimentarias situadas en la parte sur de la isla, basándose en la presencia del equinoideo fósil índice *Clypeaster bowersi* Weaver. El ambiente de depósito de los sedimentos que dieron origen a estas rocas es sugerido como uno marino somero sublitoral, debido a la abundante presencia de *Aequipecten abietis* [Jordan y Hertlein] y la rara presencia de *Lyropecten subnodosus* [Sowerby]. Por lo anterior, señalan que Monserrat es una paleoisla que desde el Plioceno temprano a medio formó un borde sedimentario (carbonatado) en torno a su núcleo volcánico. En 2009, Luca y colaboradores determinan una edad Ar-Ar de ≈ 18 Ma para las rocas volcánicas de isla Monserrat, e indican que se pueden correlacionar con las ignimbritas fechadas entre 19 y 23 Ma que se encuentran al norte de La Paz.

En el mismo año de 2009, se inicia en el Instituto de Geología de la UNAM un proyecto interdisciplinario de prospección por microfósiles en la península de Baja California que incluyó la visita de varias localidades asociadas a la formación y evolución temprana del golfo de California. En 2006, un grupo de investigadores de la

²² Por años, la subdivisión del Plioceno no fue rígida ni definida de forma inequívoca. Aunque la división bipartita (Piso Inferior y Superior) fue la de mayor aceptación y uso, varios especialistas establecieron su propia división, donde incluyeron el Piso Medio o emplearon "definiciones bioestratigráficas" para los límites cronoestratigráficos que, en muchos casos, tienen significados cronológicos diferentes (Rio y Sprovieri, 1994). En 1996 la IUGS (*International Union of Geological Sciences*) ratificó al Gelasiano como un tercer Piso de la Serie Plioceno, con lo que se formalizó la división tripartita: Zancleano (Plioceno inferior), Placenziano (Plioceno medio) y Gelasiano (Plioceno superior) (Rio *et al.*, 1998). A partir del año 2009, el Gelasiano se convirtió en la base del Pleistoceno y, a la vez, del Cuaternario (Gibbard *et al.*, 2010), por lo que se regresó a la división bipartita (Bassols-Batalla y Guzmán-Huerta, 1959).

²³ Se menciona únicamente la presencia de depósitos de guano explotados por la empresa Guanos y Fertilizantes, S.A. (Bassols-Batalla y Guzmán-Huerta, 1959).

Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Baja California y del Instituto de Geología de la UNAM visitan isla Monserrat y miden una columna litoestratigráfica en sedimentos marinos depositados en la porción norte de la isla. Lo anterior tenía la intención de hacer un estudio a detalle de los microfósiles. Se identificó la presencia de microfósiles calcáreos, en particular de foraminíferos planctónicos y bentónicos (Hernández-Pérez, 2012); a partir de ellos se concluyó que la isla estuvo sumergida hace entre 5.72 y 5.06 Ma aproximadamente, bajo condiciones de oxígeno reducido a una máxima profundidad de 150 m. Más tarde, con base en foraminíferos y nanofósiles calcáreos (Carreño *et al.*, 2015) se obtiene una edad consenso de 5.06–3.3 Ma para este evento. Otras investigaciones que se realizan en este intervalo de tiempo corresponden a microfósiles, particularmente corales, recuperados de la Formación San Marcos aflorante en la isla (*Porites panamensis* Verrill) y asignada al Plioceno inferior, y de la Formación Carmen del Plioceno "medio" superior con la presencia de *Porites carrizensis* Vaughan, *Pocillopora capitata* Verrill (López-Pérez, 2008) y la nueva especie *Favia maitreyiae* (López-Pérez, 2012). Más tarde, Miranda-Martínez (2019) durante una segunda visita, realiza un muestreo más extenso y detallado y con base en foraminíferos planctónicos establece una edad para la Formación Carmen de ≤ 5.8 Ma a ≥ 5.2 Ma.

Por último, vale mucho la pena mencionar "El Canto de la Amazona de isla Monserrat" (Johnson, 2014) que narra el seguimiento que este autor hace a los pasos de Anderson (1950) y confirma la presencia de megafauna originalmente identificada y descrita por Durham (1950). Al mismo tiempo, el autor realiza un reconocimiento y observación detallada de las unidades litoestratigráficas, estructuras geológicas y fósiles a través de su recorrido. Aquí se presenta el primer mapa topográfico y geológico de la isla y se ilustran muchas de las localidades previamente descritas en trabajos de prospección geológica en la isla.

Monserrat, al igual que las otras islas que se encuentran en el golfo de California, contiene en sus rocas el registro geológico, segundo a segundo, de la historia y evolución de este magnífico cuerpo de agua. Ello le valió ser denominada por el oficial naval francés Jacques-Yves Cousteau como el Acuario del Mundo; mientras que la extensa franja de tierra peninsular, no menos espléndida, despertó la imaginación de muchos. Ejemplo de lo anterior es la historia de la reina Calafia, bellamente plasmada en la novela de la Edad Media *Las Sergas de Esplandián*²⁴ (Rodríguez de Montalvo, 1998).

4. Conclusiones

Desde los viajes de reconocimiento al territorio de Baja California y la circunnavegación de las aguas del golfo y sus islas de alrededor en 1539 pasaron varios siglos para que vieran la luz importantes obras como las de Anderson (1950)²⁵, Andel y Shor (1964) y que tuvieran lugar proyectos de gran envergadura como la del "*Deep Sea Drilling Project* (DSDP)"²⁶ (Curry y Moore, 1982). La creación de universidades y centros de investigación en Baja California, Sonora y Sinaloa favoreció no sólo un incremento de estudios biológicos y de aspectos diversos en ciencias de la tierra y del mar, sino que propició que estos cada vez más frecuentemente estén liderados por investigadores mexicanos; aunque no han disminuido de manera alguna las aportaciones importantes de científicos extranjeros, como los recopilados en Dauphin y Simoneit (1991), entre muchos otros. A pesar de ello, aún falta mucho trabajo por hacer en todos los campos del conocimiento y, en particular, en Paleontología, donde muchos grupos fósiles aguardan en la porción insular y terrestre para contar su versión sobre las condiciones que prevalecieron durante su vida, no sólo mientras vivieron en las aguas del golfo, sino también durante el proceso que los llevó a conservarse en este maravilloso lugar lleno de riqueza geológica y biológica.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. M. Johnson (Williams College) por permitir el uso del mapa de Isla Monserrat que ilustra el trabajo. De igual forma, se reconoce el apoyo brindado por la M. en C. A.A. Jiménez-Mendoza. Se agradecen las sugerencias y comentarios de dos revisores anónimos y, en particular, la revisión meticulosa y el apoyo documental brindado por uno de ellos, contribuyendo sustancialmente a mejorar el presente escrito. Se agradece el impecable trabajo editorial por la Mtra. S. Ramos y el Mtro. J.R. Ovando-Figueroa.

Referencias

- Addicott, W.O., 1981, Brief history of Cenozoic marine biostratigraphy of the Pacific Northwest: Geological Society of America, Special Paper 184, 3–15. <https://doi.org/10.1130/SPE184-p3>.

²⁴ Se atribuye el origen de la Reina Calafia a esta novela cuya publicación escrita es adjudicada a Garcí Rodríguez de Montalvo en 1510.

²⁵ Esta obra incluyó aspectos de geología, oceanografía, batimetría y fallamiento, anomalías gravimétricas, refracción sísmica, perfiles magnéticos, geofísica, historia estructural y evolución geológica, sedimentos recientes y laminados, macroinvertebrados, ostrácodos, foraminíferos bentónicos y radiolarios.

²⁶ Aunque circunscrito a la cuenca de Guaymas y la boca del golfo, esta obra incluyó dentro de la amplia gama de estudios geológicos y micropaleontológicos a especialistas mexicanos como un requisito de la Secretaría de Relaciones Exteriores para el otorgamiento de los permisos para navegar y coleccionar en aguas mexicanas.

- Aleem, A.A., 2002, The Allan Hancock Pacific Expedition (1931–1962) and their contributions to marine biology, en, K. R. Benson and P. F. Rehbock (eds.), *Oceanographic history: the Pacific and beyond*: Seattle, Washington University of Washington Press, 316–319.
- Anderson, Ch. A., Durham, J.W., Shepard, F.P., Natland, M.L., Revelle, R., 1950, 1940 E.W. Scripps cruise to the Gulf of California: Geological Society of America, Memoir 43. <https://doi.org/10.1130/MEM43>.
- Anderson, Ch.A., 1950, Part I: Geology of islands and neighboring land areas, en, Ch. A. Anderson; J.W. Durham; F.P. Shepard; M.L. Natland; R. Revelle, (eds.), 1940 E.W. Scripps cruise to the Gulf of California: EUA, Geological Society of America, Memoir 43, 1–53. <https://doi.org/10.1130/MEM43-1-p1>.
- Anónimo, 1924, Informe sobre la exploración geológica de la Baja California por la Marland Oil Company, *Boletín del Petróleo*, 17(16): 417–453.
- Barco, M. del, 1988, Historia natural y crónica de la antigua California. Adiciones y correcciones a la noticia de Miguel Venegas (En línea): México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 482 pp., *disponible en* [http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/141a/historia_natural.html], *consultado el 26 de agosto de 2020*.
- Barrera, B.J., 1992, Islas de Baja California, en Reyes V. M. (coord.), *Cartografía histórica de las islas mexicanas*: México, Secretaría de Gobernación, 219–262.
- Bassols-Batalla, A., Guzmán-Huerta, G., 1959, Primera exploración geográfico-biológica en la Península de Baja California: Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Tomo LXXXVIII (1–3), 279 pp.
- Beal, C.H., 1948, Reconnaissance of the Geology and oil possibilities of Baja California, Mexico: The Geological Society of America Memoir, 31. 130 pp. <https://doi.org/10.1130/MEM31>.
- Bernabéu, S., 1994, Diario de las expediciones a las Californias de José Longinos: España, Doce Calles, 315 pp.
- Blanco, M.; Moncada, J.O., 2011, El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y el reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898): Investigaciones Geográficas, *Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (74), pp. 74–91.
- Bowen, T., 2004, Archaeology, biology and conservation in islands in the Gulf of California: *Environmental Conservation*, 31(3), 199–206. <https://doi.org/10.1017/S0376892904001419>.
- Browne, J.R., 1868, Report on the Mineral Resources of the States and Territories West of the Rocky Mountains: San Francisco, California, Bancroft y Co., 688 pp.
- Byrne, J.V., Emery, K.O., 1960, Sediments of the Gulf of California: *Bulletin of the Geological Society of America*, 71(7), 983–1010. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1960\)71\[983:SOTGOC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1960)71[983:SOTGOC]2.0.CO;2).
- Carreño, A.L., Helenes, J., 2002, Geology and ages of the islands, en T.J. Case, M.L. Cody y E. Excurra, (eds.), *New Island biogeography in the Sea of Cortés*: Inglaterra, Oxford University Press, 14–40.
- Carreño, A.L., Ledesma-Vázquez, J., Hernández-Pérez, C.F., Gio-Argáez, F.R., 2015, Microfossils from the Early Pliocene Carmen Formation, Monserrat Island, Baja California Sur, Mexico: *Micropaleontology*, 61(3), 199–225.
- Carreño, A.L., Smith, J.T., 2007, Stratigraphy and correlation for the ancient Gulf of California and Baja California peninsula: Mexico, *Bulletins of American Paleontology*, 371, 146 pp.
- Carter, A.M., 1979, I.G. Voznesenskii, Early Naturalist in Baja California, Mexico, *Taxon*, 28(1/3), 27–33. <http://dx.doi.org/10.2307/1219552>.
- Castro-Liera, E., Cariño-Olvera, M., 1998, Estudio de los contratos para la explotación del guano expedidos durante el porfirismo en sudcalifornia: *Clío*, 6(22), 15–32.
- Castro-Liera, E., Cariño-Olvera, M., 2002, Estudio de los contratos para explotación de sal durante el porfirismo en Sudcalifornia: *Clío*, Nueva Época, 1(28), 59–76.
- Chase, C.G., Menard, H.W., Larson, R.L., Sharman III, G.F., Smith, S.M., 1970, History of sea-floor spreading West of Baja California: *Geological Society of America Bulletin*, 81(2), 491–498. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1970\)81\[491:HOSSWO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1970)81[491:HOSSWO]2.0.CO;2).
- Curry, J.R., Moore, D.G., *et al.* (eds.), 1982, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. DSDP, 64, Pt. 1 & 2: Washington, EUA, Government Printing Office, 1313 pp.
- Darton, N.H., 1921, Geological reconnaissance in Baja California: *The Journal of Geology*, 29(8), 720–748.
- Dauphin, J.P., Simoneit, B.R.T. (eds.), 1991, The Gulf and Peninsula Province of the Californias: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 47. <https://doi.org/10.1306/M47542>.
- Dewey, G., 1874, Remarks on the coasts of Lower California. U.S. Hydrographic Office (No. 56) (En línea): Washington Government Printing Office, 65 pp., *disponible en* [<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=hvd.32044080605082&view=1up&seq=10://catalog.hathitrust.org/Record/100365695>], *consultado el 26 de agosto de 2020*.
- Durham, J.W., 1950, Part II. Megascopic Paleontology and Marine Stratigraphy, en Ch. A. Anderson; J.W. Durham; F.P. Shepard; M.L. Natland; R. Revelle, (eds.), 1940 E.W. Scripps cruise to the Gulf of California: Geological Society of America, Memoir 43 (2), 1–216. <https://doi.org/10.1130/MEM43-2-p1>.
- DuShane, H., 1974, The Panamic-Galapagan Eptiniid: *The Veliger*, 16(suppl.), 1–84.
- DuShane, H., 1977, A new species of *Amaea* (*Scalina*) from the Pliocene of Baja California Sur, Mexico (Mollusca: Gastropoda): *Journal of Paleontology*, 51(5), 953–958.
- Gálvez, V., 1922, Exploración en la Península de Baja California por la Comisión Geológica Exploradora del Pacífico: *Boletín del Instituto Geológico de México*, (39), 108 pp.
- Garza, R., M.L., 1976, El Golfo de California, mar nacional: México, UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Serie Estudios 49, 295 pp.
- Gastil, G., Minch, J., Phillips, P., 1983, The geology and ages of the islands, en T.J. Case and M.L. Cody (eds.), *Island biogeography in the Sea of Cortez*: EUA, University California Press, Berkeley, 13–21.
- Gibbard, P.L., Head, M.J., Walker, M.J.C. and the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy, 2010, Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma: *Journal of Quaternary Science*, 25, 96–102. <https://doi.org/10.1002/jqs.1338>.
- Guillemin, E., 1867, Archives de la Commission Scientifique du Mexique (ACSM-3) (1867): Paris, Ministère de l'Instruction Publique, Imprimerie Impériale.
- Hanna, G.D., 1927, Geology of the West Mexican Islands: *Pan-American Geologist*, 48, 1–24.
- Hanna G.D., Hertlein, L.G., 1927, Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921: *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 4th series, 16(6), 137–157.
- Heim, A., 1922, Notes on the Tertiary of Southern California: *Geological Magazine*, 59(12), 529–547. <https://doi.org/10.1017/S0016756800109069>.
- Hernández-Pérez, C.F., 2012, Foraminíferos neogénicos de la Formación Carmen, Isla Monserrat, Baja California Sur: *Bioestratigrafía y Paleambiente*: México, Facultad de Ciencias, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis Licenciatura, 133 pp. http://132.248.9.41:8880/jspui/handle/DGB_UNAM/TES01000695914.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1983, Carta topográfica Ligüí G12C29, escala 1:50,000: Baja California Sur, Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Johnson, M.E., 2014, *Off-Trail Adventures in Baja California: Exploring Landscapes and Geology on Gulf Shores and Islands*: EUA, University of Arizona Press, 272 pp.
- Kino, E.F., 1683, Delineación de la Nueva Provincia de S. Andrés, del Puerto de la Paz, y de las Islas circunvecinas de las Californias, o Carolinas, en *Archivo General de Indias*: México, Pares. Portal de Archivos Españoles, 1 mapa con texto, disponible en [<http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/20900>], *consultado el 24 de marzo de 2021*.
- Kleinpell, R.M., 1980, The Miocene stratigraphy of California Revisited: *AAPG Studies in Geology*, 11, 1–182. <https://doi.org/10.1306/03B5B69B-16D1-11D7-8645000102C1865D>.

- Ledesma-Vázquez, J., Montiel-Boehrer, A.Y., Backus, D., Johnson, M., Fernández-Díaz, V., 2007, Armored mud balls in tidal environments, Pliocene in the Gulf of California, en E. Díaz-Martínez and I. Rábano (eds.), 4th European Meeting on the Paleontology and Stratigraphy of Latin America: Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 8, 235–238.
- León-Portilla, M., 1989, Cartografía y crónicas de la Antigua California: México, UNAM, 207 pp.
- León-Portilla, M., 2000, El ingenioso Don Francisco de Ortega, sus viajes y noticias californianas, 1632-1636, en León Portilla M. (ed.), La California Mexicana. Ensayos acerca de su Historia: México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, 151–394.
- Lindsay, G.E., Engstrand, I.H.W., 2002, History of Scientific Exploration in the Sea of Cortés, en T.J. Case, M.L. Cody, E. Ezcurra (eds.), A new Island Biogeography of the Sea of Cortés: Inglaterra, Oxford University Press, 3–13.
- López-Pérez, A., 2008, Fossil Corals from the Gulf of California, México: still a depauperate fauna but it bears more species than previously thought: Proceedings of the California Academy of Sciences, Series 4, 59(12), 503–519.
- López-Pérez, R.A., 2012, Late Miocene to Pleistocene Reef Corals in the Gulf of California: Bulletins of American Paleontology, 383, 78 p.
- Lozano-Romen, F., 1975, Evaluación Petrolífera de la Península de Baja California, México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, XXVII (4-6), 104–329.
- Luca, F., López, M.M., Orozco, E.M.T., Piñero, L.D., Martini, M., Duque T.J., 2009, Extensión del magmatismo silícico del Mioceno inferior en la parte sur del Golfo de California: integrando Geología continental y marina: Geos, 29(1), 198.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O., 1967, The Theory of Island Biogeography: Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 203 pp.
- Maldonado, P.J.L., 2000, El primer gabinete de Historia Natural de México y el reconocimiento del Noroeste novohispano: Revista de Estudios de Historia Novohispana, 21, 49–66. <https://doi.org/10.22201/iih.24486922e.1999.021.3499>.
- Méndez-Buenos Aires, A., 1990, Las islas mexicanas: importancia económica, régimen jurídico y proyecciones internacionales (En línea): Revista Mexicana de Política Exterior, IMRE, Secretaría de Relaciones Exteriores, (28), 33–39, [disponible en \[https://revistadigital.sre.gob.mx\]](https://revistadigital.sre.gob.mx), consultado el 6 de abril de 2021.
- Mina-Uhink, F., 1957, Bosquejo Geológico del Territorio Sur de la Baja California: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 93(3), 141–269.
- Miranda-Martínez, A.Y., 2019, Edad de los depósitos marinos asociados a la evolución temprana del Golfo de California: México, Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Estratigrafía y Paleontología, Tesis doctoral, 52 pp.
- Muñoz-Lumbier, M., 1919, Algunos datos sobre las islas mexicanas para contribuir al estudio de sus recursos naturales: Anales del Instituto Geológico de México, 7, 54 pp.
- Natland, M.L., 1950, Part IV Report on the Pleistocene and Pliocene Foraminifera, en Ch. A. Anderson; J.W. Durham; F.P. Shepard; M.L. Natland; R. Reville, (eds.), 1940 E.W. Scripps cruise to the Gulf of California: EUA, Geological Society of America, Memoir 43, 1–65. <https://doi.org/10.1130/MEM43-4-p1>.
- Monteforte, M., Cariño, M., 2009, El Mar de Cortés no existe: Biodiversitas CONABIO, 86, 12–15.
- Ortega, F., 1632, Descripción y demarcación de las Islas Californias (En línea): 500 años de México en documentos, [disponible en \[http://www.biblioteca.tv/artman2/publish/1630-1639_402/index.shtml\]](http://www.biblioteca.tv/artman2/publish/1630-1639_402/index.shtml).
- Pichardo-Hernández, H., 2001, La Comisión Científica Francesa y sus exploraciones en el territorio insular mexicano, 1864–1867: Revista Política y Cultura, (16), 125–142.
- Rio, D.; Sprovieri, R., 1994, Pliocene Standard Chronostratigraphy: A proposal: Subcommission on Neogene Stratigraphy Newsletter, 35–38.
- Rio, D., Sprovieri, R., Castradori, D., DiStefano, E., 1998, The Gelasian Stage (Upper Pliocene): A new unit of the global standard chronostratigraphic scale: Episodes, 21(2), 82–87. <https://doi.org/10.18814/epiugs/1998/v21i2/002>.
- Rodríguez de Montalvo, G., 1998, Las Sergas de Esplandián: España, Ed. Doce Calles, 116 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2001, Aviso mediante el cual se informa al público en general que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha concluido la elaboración del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, asimismo se da a conocer el II Resumen del Programa de Manejo respectivo, el plano de localización y zonificación de dicha área: México, Diario Oficial de la Federación, Publicado el 17 de abril de 2001, [disponible en \[http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767360&fecha=17/04/2001\]](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767360&fecha=17/04/2001).
- Simpson, L.B., 1961, Journal of José Longinos Martínez: notes and observations of the Naturalist of the Botanical Expedition in Old and New California and the South Coast. 1791-1792. San Francisco: John Howell –Books, V-XVII, 103-114.
- Slevin, J.R., 1923, Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921: General Account: Proceedings of the California Academy of Sciences, 4th series, XII(6), 55–72.
- Tjeerd H. van A., Shor, Jr. G.G., 1964, Marine Geology of the Gulf of California: A Symposium: EUA, American Association of Petroleum Geologists, 3, 408 pp. <https://doi.org/10.1306/M3359>.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2005, World Heritage Scanned Nomination: Islands and Protected Areas of the Gulf of California (En línea): Publicado el 15 de julio de 2005, [disponible en \[http://whc.unesco.org/uploads/nominations/1182ter.pdf\]](http://whc.unesco.org/uploads/nominations/1182ter.pdf), consultado el 29 de septiembre de 2019.
- United States Hydrographic Office, 1887, The West Coast of Mexico and Central America. From the boundary line between the United States and Mexico to Panama, including the Gulf of California: USA, 84, 1–135.
- United States Hydrographic Office, R.C. Ray (comp.), 1893, The West coast of Mexico and Central America from the United States to Panama, including the gulfs of California and Panama (En línea): USA, Washington Government Printing Office, 84, 284 pp., [disponible en \[https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=hvd.32044080605256&view=lup&seq=7\]](https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=hvd.32044080605256&view=lup&seq=7), consultado el 9 de abril de 2021.
- Velarde, E., 2005, Isla Rasa: espejo del Golfo de California: Biodiversitas, CONABIO, (58), 1–6.
- Velázquez de León, J., 1975, Descripción de la Antigua California: 1768. (Transcripción paleográfica, presentación y notas de Ignacio del Río Chávez): La Paz, Baja California Sur, H. Ayuntamiento de la Paz, B.C. Sur, Colección Cabildo, no. 2, 53 pp.
- Venegas, S.J.M., 1757, Noticia de la California y de su conquista temporal y espiritual hasta el tiempo presente, sacada de la historia manuscrita, formada en Mexico año de 1739. por el padre Miguél Venegas, de la compañía de Jesus; y de otras noticias, relaciones antiguas, y modernas. Añadida de algunos mapas particulares, y uno general de la America Septentrional, Asia Oriental, y Mar del Sur Intermedio, formado sobre las memorias mas recientes, y exactas, que se publican juntamente: Dedicada al Rey N.tro Señor por la provincia de nueva España.-de la compañía de Jesus Tomo Segundo Con Licencia. En Madrid: Imprenta de la Viuda de Manuel Fernández y del Supremo Consejo de la Inquisición, 1757. (Reimpresión en México por Luis Álvarez de la Cadena, 1943), 568 pp. [disponible en http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmncn0162](http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmncn0162).
- Willis, B., 1912, Index to the Stratigraphy of North America, accompanied by a geological map of North America: EUA, Washington, Government Printing Office, United States Geological, Geological Survey of Canada, Instituto Geológico de México, supervisado por Bailey Willis y George W. Stose, paper 71, 894 pp. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.55642>.