



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Revisión sistemática de la clase Scaphopoda
(Mollusca, Scaphopoda) en México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

(B I Ó L O G O)

P R E S E N T A:

Francisco Enrique Saldaña Monroy



DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. Brian Urbano Alonso

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo se llevó a cabo en el
Laboratorio de Malacología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM,
bajo la asesoría del M. en C. Brian Urbano Alonso
y la Dra. María Martha Reguero Reza.

“Qué inapropiado es llamar Tierra a este planeta,
cuando es evidente que debería llamarse Océano.”

Arthur C. Clarke

Dedico esta Tesis al esfuerzo por conocer lo desconocido y en particular a lo genial de que lo real roce con lo ficticio.

A mi asesor, Brian Urbano Alonso por tenderme la mano y darme un tema de Tesis que me terminó por interesar demasiado.

A la Dra. María Martha Reguero Reza por su humor y permitirme revisar la Colección Malacológica "Dr. Antonio García-Cubas", del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM.

A la Dra. Edna Naranjo por ser tan atenta con mi persona y dejarme revisar la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología, UNAM; así como a la UNIBIO por apoyar con el equipo de fotomicrografía y a la Biól. Susana Guzmán Gómez, responsable del mismo, por la asesoría y orientación en su manejo.

A la M. en C. Aurora Cristina González Pedraza por ayudarme a revisar los ejemplares de la Colección del laboratorio de Ecología "Ma. Guadalupe López Magallón" de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional.

A Felipe de Jesús, por dejarme revisar los ejemplares de la Colección de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM.

Al Dr. Víctor Scarabino quien me ayudó con los problemas taxonómicos que plantean estos organismos tan misteriosos.

A María de la Luz Espinosa quien me dio sus correcciones y tiempo para ayudarme.

A todo el equipo de malacología, quienes recibieron a un herido de guerra, en particular a Deneb y a Brian.

En especial a mis padres, Verónica Monroy Martínez (mi sinodal no oficial) y Francisco J. Saldaña, los cuales me permitieron aspirar a una existencia donde busqué dejarle algo interesante a la vida y encontrar mi camino.

A mi hermana Naye, quien espero tenga una bonita vida; a mi prima Dani la abogangster, al Cesar ; a mi tío Chano; a Eri quien me dio ánimos en los peores momentos y es una linda persona de las que existen pocas y me gusta este en mi vida; a mis valedores Omar, Luigui, Luci-ruda, Lidio, Beto, Mau, Emiliano, Ulises, Luci, Ceci, Julius, Mar, Zipa, Fercho, Mathis, Coralillo, Pachecowski, Xanadu, Kin, Nelia, Gafas y Poncho, quienes me acompañaron en el transcurso de la licenciatura dándome su amistad. De igual manera a los maestros que me enseñaron con agrado a lo largo de la carrera.

A Annia Banaszak, Frank Raúl Gío, Iván Chargoy (el Pinky), Isaac (Brenan), Bruno Espinoza, Jack Barón y al equipo de buceo, Sandra Gómez Arroyo al igual que al equipo de Ciencias de la Atmósfera, Alicia Cruz Martínez y a Blanca Ruíz Ordaz junto con Virgilio Hernández Cuevas quienes en conjunto influyeron para cambiar mi área de estudio y encaminaron de una u otra manera, por lo que les agradezco.

Índice

Resumen	
1. Introducción.....	1
1.1. Ancestro hipotético de los moluscos (HAM)	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Morfología de la concha.....	4
1.4. Morfología interna	4
1.5. Primeros registros	7
1.6. La clase Scaphopoda en la actualidad	7
1.7. Sistemática	8
2. Planteamiento	9
3. Objetivo general	10
3.1. Objetivos particulares.....	10
4. Métodos	11
5. Resultados	14
6. Discusión	33
6.1. Colecciones Nacionales, bases de datos de Estados Unidos e información	33
6.2. Distribución de las especies de escafópodos en México.....	33
6.2.1. Análisis de Agrupamiento	34
6.2.2. Índice de diversidad	35
6.2.3. Curva de Acumulación y correlación geográfica.....	36
6.3. Factores que delimitan la distribución general de los escafópodos	36
7. Conclusiones.	42
8. Bibliografía.	42
9. Anexo-1: Guía fotográfica.	43

Resumen

Este trabajo analizó la taxonomía de los moluscos de la clase Scaphopoda en México, tomando en cuenta los ejemplares de cuatro colecciones malacológicas nacionales, donde se hizo además la clasificación taxonómica de cada ejemplar. Fueron consultados los registros de la clase de cinco colecciones extranjeras y la literatura particular encontrada; se aplicó un análisis de diversidad, una curva de acumulación y una prueba de correlación, para buscar un patrón de distribución de los escafópodos en México. Se encontraron los dos órdenes de este grupo, siete de las doce familias, 16 géneros de los 46 existentes y hasta ahora 37 especies. Queda de manifiesto la necesidad de hacer más estudios sobre esta clase.

1. Introducción.

El *phylum* Mollusca cuenta con 200,000 especies vivas y 70,000 especies fósiles (Ponder y Lindberg, 2008). Los registros fósiles indican que este grupo apareció hace 543 millones de años durante el Cámbrico temprano; aunque existen rocas del Precámbrico en donde ha quedado impresa su existencia (Ponder y Lindberg, 2008).

Los moluscos se clasifican en ocho clases vivas (Gastropoda, Cephalopoda, Bivalvia, Polyplacophora, Monoplacophora, Caudofoveata, Solenogastres y Scaphopoda), más dos clases fósiles: Rostroconchia e Hyolitha (Ponder y Lindberg, 2008). La presencia de los moluscos en el medio marino, terrestre y/o dulceacuícola le ha permitido ser uno de los grupos animales de mayor diversidad; sin embargo, es considerado uno de los grupos más amenazados y susceptibles a extinción (Ponder y Lindberg, 2008). Según el bauplan (características comunes de un taxón) del *phylum* Mollusca, estos presentan bilateralidad, metanefridios, son celomados protostomados no segmentados, poseen un pie largo y definido, una rádula en la región bucal, corazón en la cámara pericárdica, compuesto por ventrículo y atrio separados, un celoma limitado alrededor del corazón, nefridio y la presencia de una larva trocófora y/o véliger (Brusca y Brusca, 2003). Un sistema circulatorio abierto (hemocele), vísceras concentradas en la zona dorsal, el cuerpo recubierto por epidermis cuticular cubriendo el manto (donde se ubican los ctenidios, osfradios, gonoporos, ano y nefridios) con glándulas que secretan espículas epidérmicas calcáreas que conforman las placas laminares de la concha (Brusca y Brusca, 2003). Sin embargo, en realidad el bauplan de los moluscos no es una definición homogénea, al presentarse diferencias y excepciones importantes, como en el caso de los bivalvos que no presentan rádula o cabeza, los polioplacóforos con una concha modificada y dividida en varias placas, entre otras. El ancestro hipotético de los moluscos o **HAM, Hypotetical Ancestor Mollusc**, por sus siglas en inglés, es una representación basada en los caracteres morfo-evolutivos compartidos entre las clases y caracteriza a los moluscos con una definición más homogénea (Ponder y Lindberg, 2008). La diversidad corporal del grupo Mollusca es muy amplia, posee variaciones significativas en la disposición y presencia de sus características

(Brusca y Brusca, 2003). Es por ello que el único carácter sinapomórfico verdadero, compartido entre todos los moluscos, se presenta a nivel citológico: los rodocitos, células relacionadas con el metabolismo de metales y proteínas respiratorias (Haszprunar, 1996; Ponder y Lindberg, 2008).

1.1. Ancestro hipotético de los moluscos (HAM).

Algunas clasificaciones ubican a los moluscos en el clado Spiralia, debido a caracteres como la presencia de la larva trocófora y el patrón de división en espiral (Giribet *et al.*, 2006). Aun no se ha podido determinar cuál es el grupo hermano del *phylum* Mollusca, por lo que algunas clasificaciones proponen a los entoproctos o los sipuncúlidos. Sin embargo, la mayoría de los expertos argumenta que el grupo más cercano a los moluscos son los anélidos, por tener patrones de segmentación semejantes (Haszprunar, 1992).

En el clado denominado Conchifera, se incluyen las clases de moluscos con conchas dorsales verdaderas, como es el caso de los Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda y Scaphopoda (Fig.1) (Giribet *et al.*, 2006). Respecto al lugar de la clase Scaphopoda en el *phylum* es incierto, pues se piensa que los Gastropoda, Cephalopoda, Bivalvia y el grupo extinto Rostroconchia son taxones hermanos, pero datos recientes apoyan que los gastrópodos y cefalópodos son grupos más emparentados con los escafópodos (Sturm *et al.*, 2006). Lo anterior contrasta con los resultados de análisis moleculares basados en el marcador 18 S rDNA que tienden a apoyar la relación entre los Scaphopoda y los Cephalopoda (Steiner y Dreyer, 2003). Por otra parte, la relación de Scaphopoda con Bivalvia es positiva ante pruebas de mtDNA (Dreyer y Steiner, 2004). Sin embargo, pruebas moleculares agrupan a la clase Scaphopoda como el clado hermano de Cephalopoda y al grupo de los no Conchifera (*Aplacophora sensu lato*) excluyendo a Bivalvia (Giribet *et al.*, 2006) (Fig. 1).

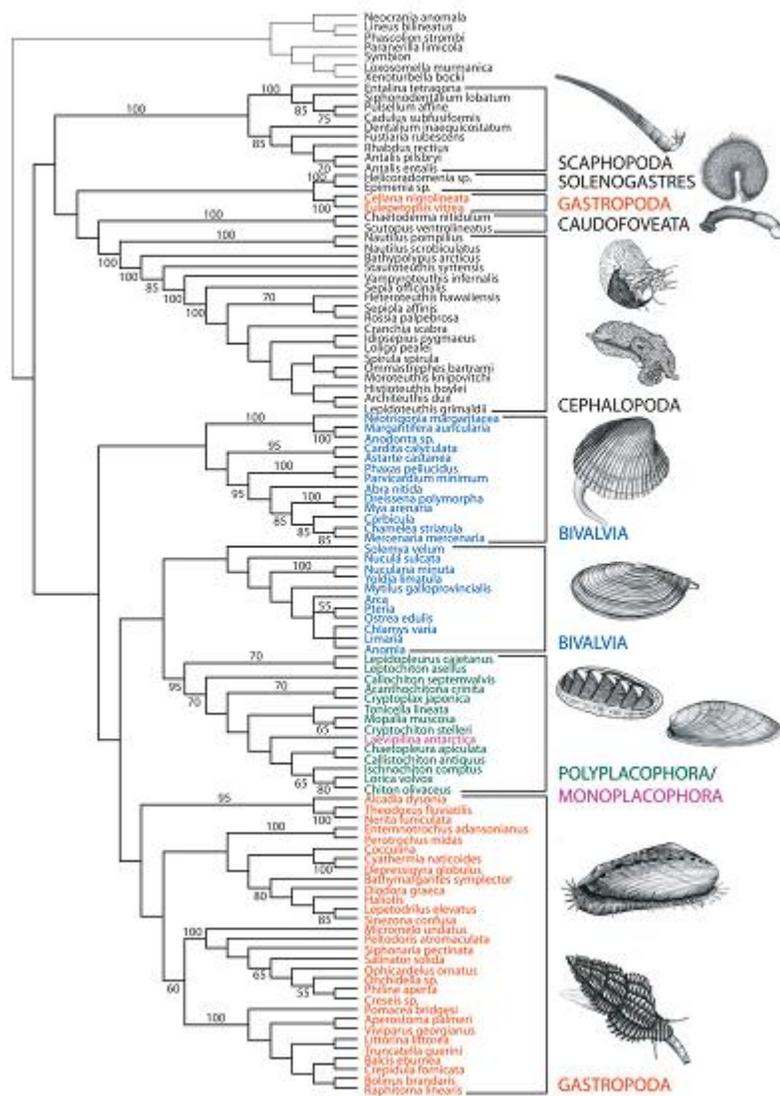


Figura 1. Árbol filogenético que indica las relaciones de las ocho clases de moluscos, con base en el análisis molecular del marcador 28 S (Tomado de Giribet *et al.*, 2006).

1.2. Antecedentes.

Los escafópodos son conocidos como conchas colmillos debido a su parecido con los colmillos de elefante. Son depredadores infaunales que en la actualidad no tienen importancia en la economía, lo cual ha relegado su estudio; razón por la cual no se conocen aspectos básicos de su biología. Incluso la literatura sobre biodiversidad infaunal béntica tiene pocos registros de escafópodos (Darryl y

Camp, 2009). Los escafópodos han sido rara vez encontrados en estuarios, sin embargo su distribución va desde zonas inter-mareales a profundidades de 7,000 metros (Sturm *et al.*, 2006).

1.3. Morfología de la concha.

Los escafópodos tienen una concha con aberturas en ambos extremos, siendo más pequeña la del extremo posterior (Fig. 2). La mayoría de estos organismos presenta conchas curvadas, en la parte cóncava es donde inicia la superficie dorsal; particularmente el orden Gadilida presenta una abertura más estrecha. El manto es alargado y en la abertura posterior se forman corrientes inhalantes y exhalantes de agua (Brusca y Brusca, 2003). Algunos géneros poseen extensiones de la concha (prolongaciones de carbonato de calcio en la parte apical de la concha), funcionando a manera de esnórquel, mientras que otros presentan muescas (hendiduras en la superficie de la concha) en la parte apical de la concha, ambos caracteres son de importancia taxonómica (Sturm *et al.*, 2006). Otra peculiaridad es que la parte apical puede ser reciclada o eliminada por el organismo. La producción de la concha se debe a la secreción del margen anterior del manto, el epitelio exterior del manto y de la pared corporal que añaden material a la concha (Sturm *et al.*, 2006). La concha de los escafópodos se conforma por dos o cuatro capas prismáticas, al igual que de capas laminares cruzadas de aragonita y por lo general no presentan periostraco, o si esta presente es muy reducido. La concha puede ser lisa o presentar diversas esculturas, de costillas longitudinales a marcas anulares. Estas características varían entre los géneros (Sturm *et al.*, 2006).

1.4. Morfología interna.

No poseen ctenidios, proboscis, ni estilo cristalino; poseen grupos de tentáculos contráctiles con puntas similares a mazos, denominados captáculos, usados principalmente para manipular y capturar (Brusca y Brusca, 2003). Los escafópodos tienen una dieta basada en foraminíferos infaunales (Dinamani, 1964; Shimek, 1988), aunque se reporta omnivoría en ciertas especies que ingieren materia inorgánica (Shimek, 1990; Steiner, 1994). Se alimentan enterrando los captáculos

en la arena, creando un espacio para depredar (Poon, 1987). Los captáculos tienen bulbos en las puntas con un par de glándulas adhesivas, con las cuales transportan alimentos a los palpos labiales y a la boca, donde por medio de contracción muscular, serán transportados por bandas ciliares a la rádula (Reynolds, 2002). La rádula tiene cinco dientes por fila, laterales, marginales pareados y raquidiales (Scarabino, 1995). Los escafópodos carecen de osfradio y aurículas; todas éstas perdidas están relacionadas con la reducción del volumen de la cavidad del manto en el eje antero-posterior (Sturm *et al.*, 2006) (Fig. 2). En la región anterior del bulbo anal existen bandas ciliadas transversales, variando en número de bandas de 1 a 30 en relación con el tamaño del organismo (Sturm *et al.*, 2006). Las bandas ciliadas permiten al organismo incrementar la circulación de agua proveniente de la abertura posterior a la anterior, pasando a través de la cavidad del manto (Sturm *et al.*, 2006). La pared corporal y el manto tienen una alta vascularización en la región de las bandas ciliadas, pudiendo ser el sitio donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso. Por otra parte, el agua presente en la cavidad del manto, las heces fecales y los gametos son expulsados por la abertura posterior, debido a la acción de la retracción del pie (Sturm *et al.*, 2006).

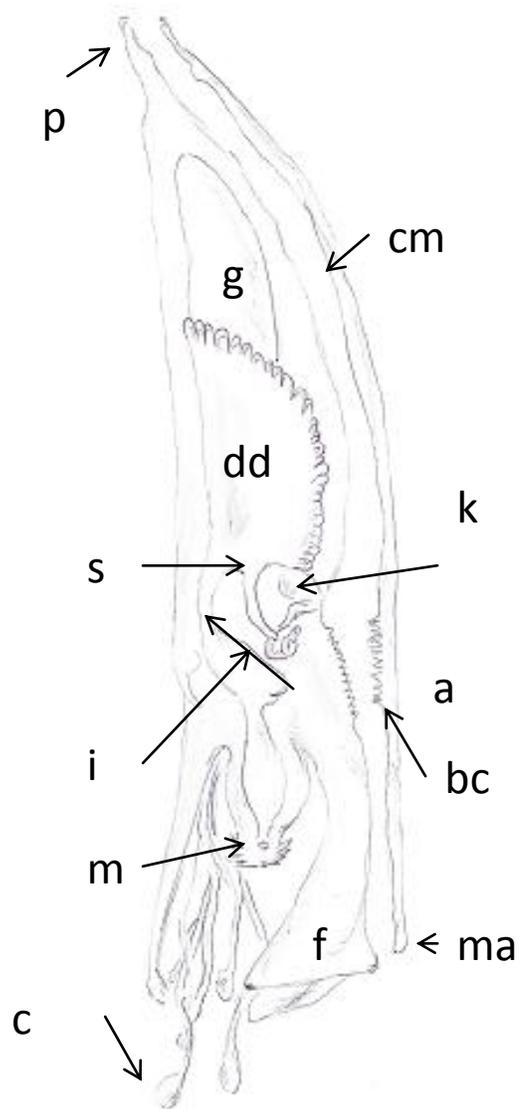


Figura 2. Esquema de un escafópodo del Orden Dentaliida. a) abertura rectal, ma) margen del manto anterior; c) captáculos, bc) bordes ciliados de la cavidad del manto, dd) divertículo digestivo, f) pie, g) gónada, i) intestino; k) riñón, m) boca y palpos labiales, cm) cavidad del manto, p) pabellón o manto posterior, r) rádula, s) estómago (Basado en Sturm *et al.*, 2006).

1.5. Primeros registros.

Las primeras descripciones de esta clase de moluscos se hicieron en el siglo XVIII y principios del siglo XIX (Henderson, 1920). Los primeros registros de escafópodos carecían de localidades o éstas no eran confiables; especies como *Graptacme semistriata* (Turton, 1819) y *Antalis vulgaris* (Da Costa, 1778) fueron descritas pero ignoradas por la falta de datos e interés científico. No fue sino hasta 1834 que Guilding dio el primer registro fiable, al ubicar a *Graptacme semistriata* (Turton, 1819) y *Episiphon sowerbyi* (Guilding, 1834), como especies de las Antillas (Henderson, 1920). El siglo XIX se caracterizó por un gran avance sobre el conocimiento de la clase Scaphopoda, principalmente en anatomía, embriología y comportamiento; desafortunadamente todo ello, se realizó en solo dos especies del Noreste Atlántico: *Antalis entalis* (Linnaeus, 1758) y *Antalis vulgaris* (Sturm *et al.*, 2006). En 1843 Chenu hizo ilustraciones de *Fustiaria stenochiza* (Pilsbry y Sharp, 1897), *Antalis vulgaris*, *Paradentalium americanum* (Chenu, 1843), *Dentalium ensiforme* Chenu, 1842, al igual que de algunas otras especies (Henderson, 1920). Para 1922, Dall recolectó 14 especies de escafópodos para el estado de Georgia en Estados Unidos, a 948 metros de profundidad y cerca de la Isla Fernandina, a una profundidad de 678 metros. De los ejemplares recolectados, seis fueron nuevas especies, lo que permitió a Dall darse cuenta de que la biota del fondo marino se conocía poco (Dall, 1927). A finales del siglo XX se comenzaron a hacer más estudios, respecto a la fertilización y análisis ultraestructural de la concha de *Antalis vulgaris* (Dufresne-Dube *et al.*, 1983).

1.6. La clase Scaphopoda en la actualidad.

Actualmente siguen existiendo pocos estudios sobre escafópodos. Sin embargo hoy por hoy las autoridades mundiales que están estudiando esta clase son: Patrick D. Reynolds quien ha analizado relaciones filogenéticas entre los escafópodos (Reynolds y Okusu, 1999). Gerhard Steiner, ha trabajado con la sistemática del grupo a nivel mundial (Steiner, 1999) y Alan R. Kabat ha realizado

varios trabajos de sistemática molecular y evolución (Steiner y Kabat, 2004). En Sudamérica, las personas con mayor reconocimiento y trayectoria en el grupo son Víctor Scarabino (Scarabino *et al.*, 2011) y Fabrizio Scarabino, quienes han hecho trabajos de sistemática y distribución de escafópodos de la zona tropical del Océano Pacífico (Scarabino y Scarabino, 2010).

Entre los trabajos que incluyen ejemplares de la clase Scaphopoda en México están los trabajos realizados por Zamorano y colaboradores, quienes analizaron la distribución y ecología de moluscos de zonas profundas de la pendiente continental del sureste del Golfo de California (Zamorano *et al.*, 2006). Por otra parte existen registros de escafópodos para Colima y Jalisco (Ríos-Jara *et al.*, 2003a) y se citan registros esporádicos de escafópodos como fauna de acompañamiento (Zamorano *et al.*, 2006). Existen ejemplares en varias colecciones malacológicas de México en el Instituto de Biología, en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, estas, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el Instituto Politécnico Nacional y se tomaron registros de cruceros como la campaña oceanográfica Atlas V (Ríos-Jara *et al.*, 2003b) o el Challenger (Steiner y Kabat, 2004).

1.7. Sistemática.

La clase Scaphopoda está dividida en dos órdenes, Dentaliida da Costa, 1776 y Gadilida Starobogatov, 1974, que incluyen catorce familias, 46 géneros y 730 especies recientes (Gofas, 2012). Además de 500 especies fósiles (Sturm *et al.*, 2006). El primer fósil del orden Dentaliida, *Rhytidentalium kentuckyensis* (Pojeta y Runnegar, 1979), es del Ordovícico medio (430 millones de años), mientras que el registro fósil de Gadilida es del Pérmico (299-251 millones de años) (Reynolds y Okusu, 1999).

Los primeros análisis cladísticos del grupo se hicieron con base en 14 características morfológicas, de las cuales siete fueron sinapomorfías; este análisis dio como resultado que se denominara a Scaphopoda y Bivalvia como un grupo monofilético, llamado Diasoma (Steiner y

Dreyer, 2003). Los dos órdenes de la clase Scaphopoda se han propuesto como monofiléticos; sin embargo, dentro de las familias sólo se aplican pruebas moleculares, ya que las características morfológicas muestran homoplasias (Steiner y Dreyer, 2003) (Fig. 3).

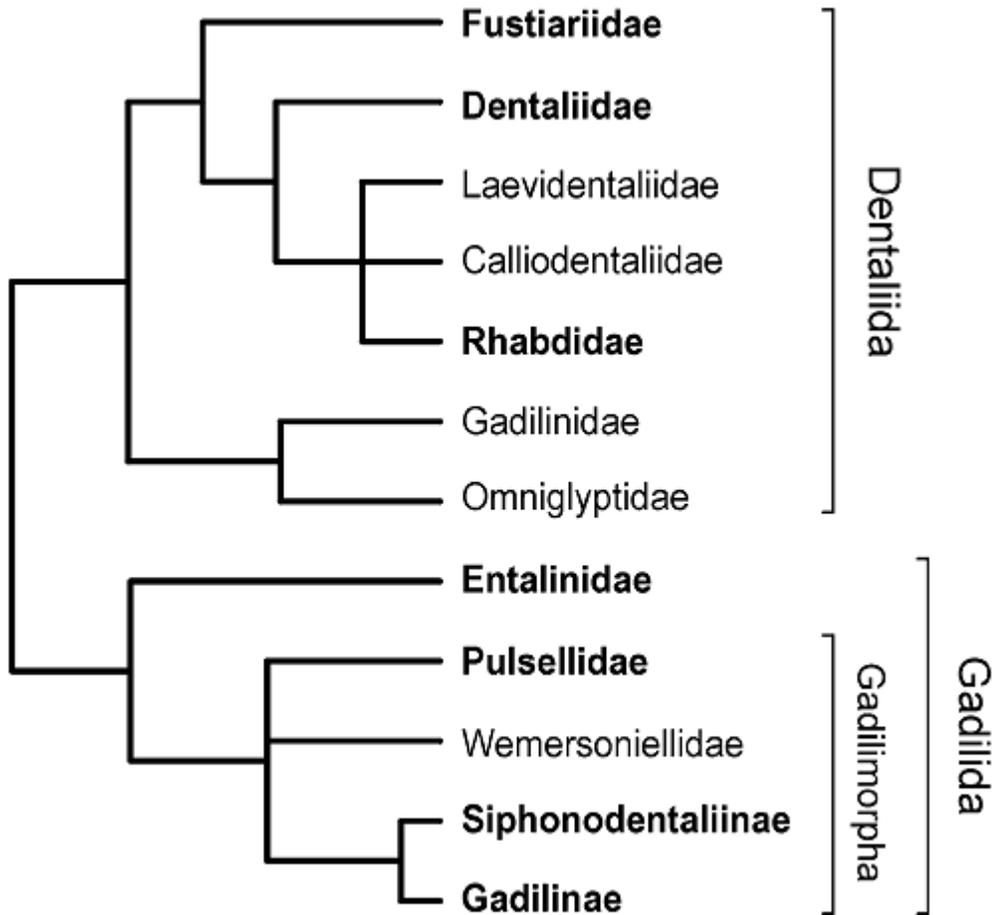


Figura 3. Relaciones filogenéticas de las familias de la clase Scaphopoda, basado en información molecular (tomado de Steiner y Dreyer, 2003).

2. Planteamiento.

Con este trabajo se pretende recopilar por primera vez la información sobre la clase Scaphopoda en México. Además, de dar a conocer parte de la diversidad marina que México posee. El propósito del presente trabajo es contribuir con información taxonómica básica, al analizar los datos de las colecciones nacionales y la literatura sobre la clase Scaphopoda para México. Se pretende que este

trabajo sirva como línea base, para conocer más acerca de la taxonomía, sistemática, diversidad, ecología y biogeografía de la clase.

3. Objetivo general.

Inventariar y analizar la fauna de Scaphopoda reportada para México, usando bibliografía especializada y revisando los ejemplares en las principales colecciones malacológicas mexicanas, junto con algunas bases de datos de colecciones estadounidenses.

3.1. Objetivos particulares.

1) Hacer una revisión bibliográfica sobre escafópodos en México y revisar la sección de escafópodos de la Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” (COMA) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (ICML-UNAM), la Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología (IB-UNAM), la Colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas “Ma. Guadalupe López Magallón” (CLEMGLM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y los ejemplares del área de Zoología (Mollusca) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, del área de Biología (FES-IBZ-UNAM) para conocer la fauna reportada en nuestro país.

2) Analizar la distribución y abundancia de los miembros de la clase Scaphopoda en México, con base en la información previamente descrita.

3) Verificar si existe un patrón de distribución de las especies de escafópodos relacionado con las principales variables abióticas (profundidad y latitud).

4) Realizar un análisis de la diversidad de escafópodos conjuntando la información de las colecciones mexicanas con los registros que se tienen para la clase Scaphopoda en aguas mexicanas en las colecciones estadounidenses: California Academy of Sciences (CAS), The Field Museum of

Natural History (FMNH), Santa Barbara Museum of Natural History (SBMNH), The Bailey-Matthews Shell Museum (BMSM), Los Angeles County Museum (LACMA) y Natural History Museum Smithsonian Institution (NMNHI).

5) Realizar una guía fotográfica de los escafópodos de las colecciones para permitir la difusión y un manejo más didáctico de la información y el conocimiento de las especies registradas para México.

4. Métodos.

Para poder llevar a cabo este trabajo se visitaron las siguientes colecciones de moluscos: COMA, a cargo de la Dra. Martha Reguero, la CNMO bajo el resguardo de la Dra. Edna Naranjo García, la FES-IBZ-UNAM con la curación del M. en C. Felipe de Jesús Cruz y la CLEMGL, bajo la supervisión de la Biól. Aurora González. Adicionalmente se hizo una búsqueda bibliográfica sobre los escafópodos de México para hacer una compilación de diversas fuentes, se encontraron 10 artículos con información de la clase Scaphopoda: Henderson, 1920; Dall, 1927; Steiner, 1998 y 1999; Reynolds y Okusu, 1999; Ríos-Jara *et al.*, 2003 a y b; Steiner y Kabat, 2004; Zamorano *et al.*, 2006; Scarabino y Scarabino, 2010 y Scarabino *et al.*, 2011.

Adicionalmente, se tomaron en cuenta los datos de escafópodos de colecciones de los Estados Unidos que tienen disponibles sus bases de datos en línea, tales como: CAS, FMNH, SBMNH, BMSM, LACMA y USNM (que es el acrónimo empleado en los registros zoológicos de la NMNHI).

A partir de estas fuentes de información se hizo una lista sistemática con los nombres de las especies de escafópodos existentes usando las guías taxonómicas de Abbott y Dance, 1998; Abbott, 1974 y Keen, 1971; la certificación de las especies la realizó el Dr. Víctor Scarabino. Se realizó el inventario de las especies de escafópodos de México. Se graficó el número de ejemplares por estado y se hicieron mapas donde se muestra la ubicación de cada especie en cada estado de México. En

cualquiera de los casos se consideraron todos aquellos registros aun cuando no estuviera reportada su abundancia o ubicación específica.

Se detecto un problema de nomenclatura en la literatura usada (ej, Abbot y Dance, 2001), y es que la zona denominada “West Indies”, que corresponde al Mar Caribe, es una zona inespecífica geopolíticamente. Por ello, pese a que el área del Mar Caribe presenta patrones biogeográficos peculiares (Cox y Moore, 2005; Sandin *et al.*, 2008), los registros nombrados solamente como “Mar Caribe” o “West Indies” fueron excluidas del análisis aun cuando ésta pueda abarcar una parte de las aguas territoriales de México (Abbott y Dance, 2001).

Para conocer las afinidades geográficas se hizo un análisis de agrupamiento, que consiste en juntar estos organismos con base en la similitud-asociación. La agrupación es porcentual y va de 0 a 100, lo que indica el grado de similitud entre las áreas donde se registran las especies de escafópodos. Se realizó un análisis entre variables (estados), usando la medida de similitud de Bray-Curtis, transformando los datos con raíz cuarta.

Con los datos obtenidos y considerando cada estado como un punto de recolección se obtuvieron los índices de Shannon-Wiener con la siguiente fórmula: $H' = - \sum (P_i \cdot \log_2(P_i))$; que se basa en la probabilidad de que cierto individuo sea encontrado, tomando en cuenta el número de individuos presentes, el número de individuos por especie y el número total de especies. El índice de Simpson $1-\lambda' = 1 - \sum (N_i \cdot (N_i - 1) / (N \cdot (N - 1)))$, determina que de ser tomados de una muestra a dos individuos al azar, pertenezcan a la misma especie.

Se hizo una curva acumulativa de especies, la cual consiste en una representación gráfica que indica la cantidad teórica total de especies registradas. Esta curva tenderá a crecer cuando las especies abundantes y comunes se tomen en cuenta, al tomar en cuenta especies raras y menos frecuentes la curva presenta un crecimiento más lento. Al llegar la curva a una asíntota, se considera que determina el tamaño óptimo de muestra. Ó sea el número máximo de especies en un área

determinada (Smith y Smith, 2007). Todos los análisis anteriores se hicieron usando el programa estadístico PRIMER 5 para Windows versión 5.2.8.

Se buscó determinar si existe una correlación entre la latitud y la abundancia reportada de escafópodos del Pacífico de México, usando el programa estadístico Graphpath Prism ver. 5 para Windows. Para el Golfo de México no se pudo hacer esta prueba por la escasez de datos.

Por último, se tomaron fotografías de los ejemplares de las colecciones nacionales consultadas (COMA, CNMO, FES-IB y CLEMGL) para la elaboración de un catálogo de la clase indicando la procedencia, la especie, además de datos como profundidad y localidad, en caso de que se tuvieran. Las fotografías se tomaron usando un microscopio Leica Z16 APO A, con cámara adosada Leica DFC490 de 8 megapíxeles y el programa Leica Application Suite (módulos multifoco y montaje) del Instituto de Biología, UNIBIO bajo la supervisión de la Biól. Susana Guzmán Gómez. Otros ejemplares se fotografiaron con una cámara réflex Cannon XT con un lente 18-55 con balance de blancos automático y un F de 22, velocidad de obturador a demanda para una exposición estándar ajustada por la cámara y en otros casos se usó una cámara Sony alfa 230 con objetivo macro Vivitar 0.43-7 m.

5. Resultados.

En la revisión de los materiales de las colecciones, se advirtió que alrededor del 20 % de los individuos revisados presentaban daños notables, como *Dentalium* Linnaeus, 1758 presente en la CNMO, que muestra el deterioro físico de algunos especímenes debido a intemperización antes de ser recolectados (Fig. 4).



Figura 4. Ejemplar sin posibilidad de identificación taxonómica debido al deterioro que presenta.

Tomando en cuenta los ejemplares de las colecciones malacológicas mexicanas revisadas y el trabajo de Ríos-Jara *et al.* (2003, a y b), se identificaron 75 individuos a nivel de género correspondientes a seis estados de la república (Fig. 5).

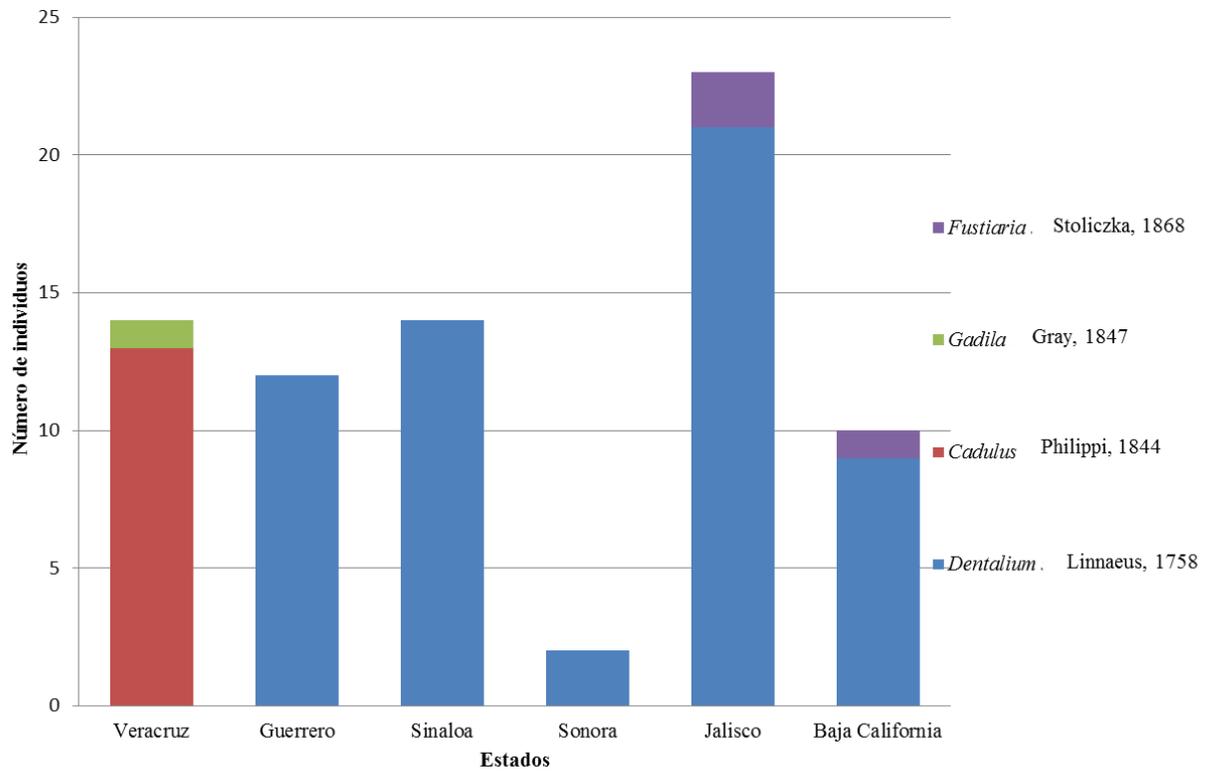


Figura 5. Número de individuos identificados hasta nivel de género, depositados en diferentes colecciones: CNMO, COMA, FES-I-UNAM y Ríos-Jara *et al.* (2003 a y b) que se encuentran en aguas mexicanas.

El número de especímenes (322) de escafópodos presentes en las cuatro colecciones nacionales visitadas, da un total de 23 especies de escafópodos (Fig. 6).

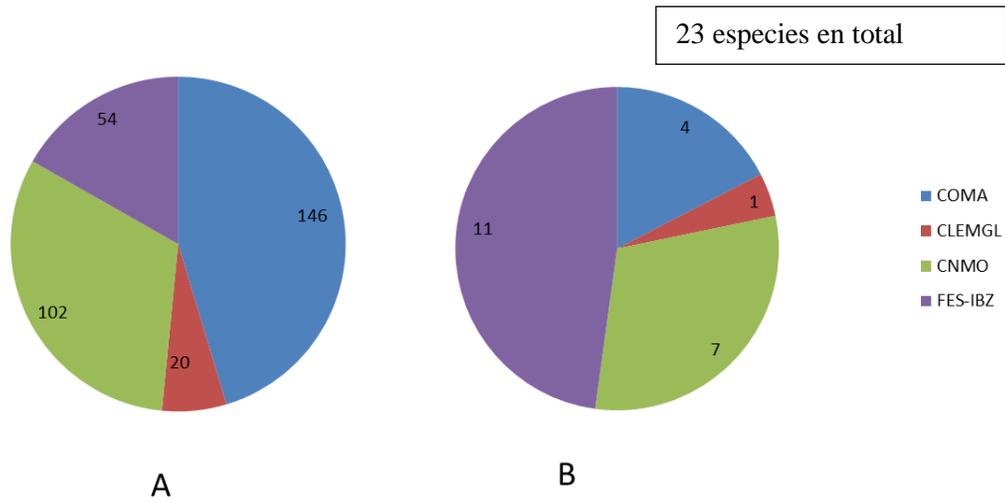


Figura 6. Proporción de escafópodos en las colecciones nacionales revisadas, mostrando el número de individuos (A) y el número de especies de cada colección (B). Indicándose en el recuadro superior derecho el total de especies no repetidas dentro de las colecciones (COMA, CNMO, CLEMGL y FES-IB).

De las cinco colecciones extranjeras estudiadas, se registraron ocho especies adicionales a las 20 especies reportadas por las colecciones nacionales. En las bases de datos de SBMNH y LACMA, se encontró la mayor abundancia de escafópodos de México. La información de FMNH y USNM no reportan el número de individuos en su acervo en el momento de la consulta (Fig.7).

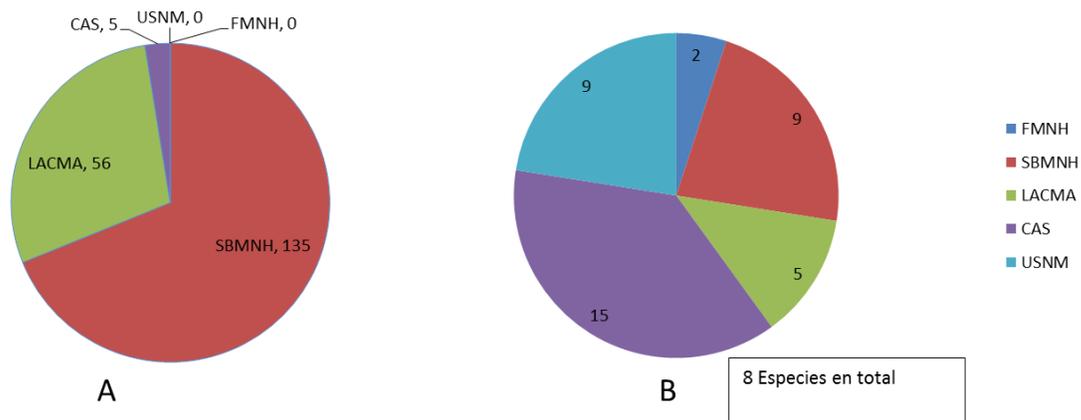


Figura 7. Proporción de escafópodos mexicanos en las cinco colecciones de los Estados Unidos (SBMNH, LACMA, CAS, USNM y FMNH). Mostrando el número de individuos reportados (A) y el total de especies presentes (B), e indicando en el recuadro derecho inferior el número de especies adicionales para México.

El trabajo de Ríos-Jara *et al.* (2003 a y b), informa de diez especies de escafópodos, para Colima y Jalisco, siendo de los pocos trabajos con registros de escafópodos para México en el Pacífico (Fig. 8).

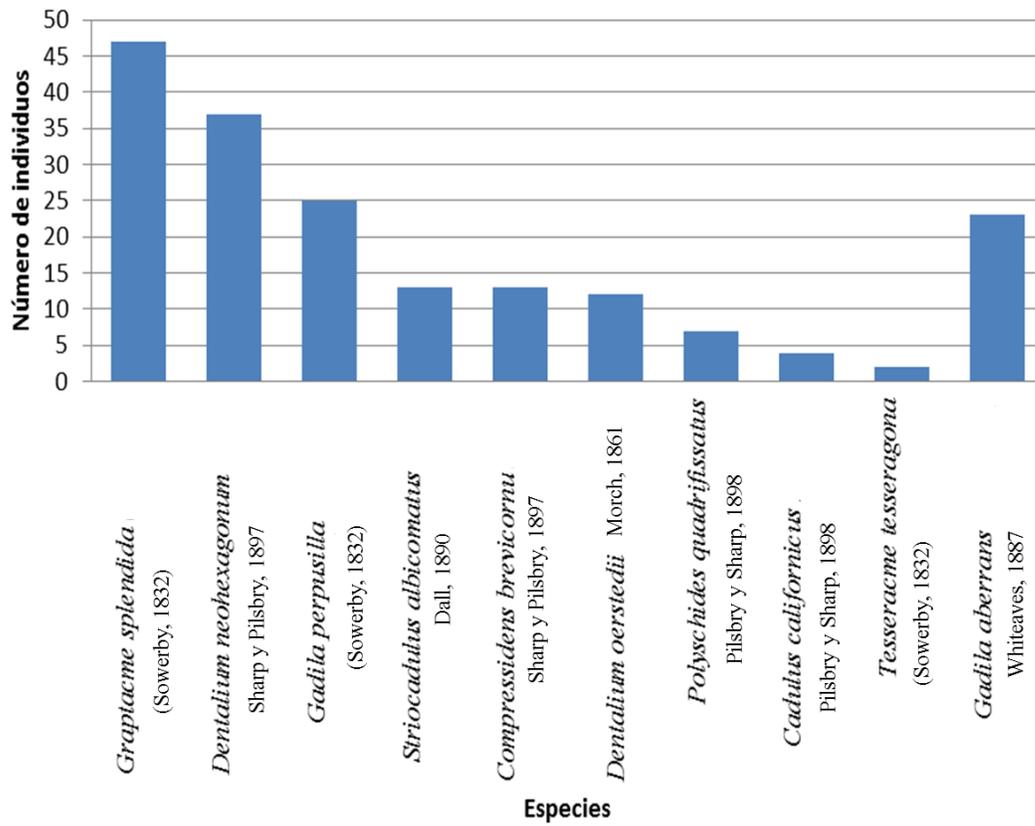


Figura 8. Número de individuos y de especies de escafópodos de Colima y Jalisco por Ríos-Jara *et al.* (2003 a y b).

El análisis de la literatura consultada y los dos nombres de especies de la colección de la CAS, mostró la existencia de 17 especies para el país; los trabajos fueron realizados principalmente en el Golfo de California y Yucatán (Henderson, 1920; Ekdale, 1974; Steiner y Kabat, 2004 y Zamorano *et al.*, 2006) (Cuadro.1).

Cuadro 1. Especies de escafópodos registrados por diversos autores y dos especies de la CAS, donde no se especifican el número de especímenes.

Especie	Autoridad	Zona donde fue reportada por el trabajo	Cita
<i>Costentalina tuscarorae</i>	Chistikov, 1982	México	Steiner y Kabat, 2004
<i>Cadulus macleani</i>	Emerson, 1978	Baja California	Steiner y Kabat, 2004
<i>Gadila austinclarki</i>	(Emerson, 1951)	México	Steiner y Kabat, 2004
<i>Gadila perpusilla</i>	(Sowerby, 1832)	Mazatlán	Steiner y Kabat, 2004
<i>Tesseracme quadrangularis</i>	(Sowerby, 1832)	Baja California	Steiner y Kabat, 2004
<i>Tesseracme hancocki</i>	(Emerson, 1956)	Baja California	Steiner y Kabat, 2004
<i>Graptacme semistriata</i>	(Turton, 1819)	Baja California	Steiner y Kabat, 2004
<i>Dentalium agassizi</i>	(Dall, 1881)	Sinaloa, Sonora y Nayarit	Zamorano <i>et al.</i> , 2006
<i>Gadila aberrans</i>	(Whiteaves, 1887)	Sinaloa, Sonora y Nayarit	Zamorano <i>et al.</i> , 2006
<i>Rhabdus rectius</i>	Carpenter, 1864	Sinaloa y Sonora	Zamorano <i>et al.</i> , 2006
<i>Polyschides tetraschistus</i>	(Watson, 1879)	Yucatán	Ekdale, 1974
<i>Antalis antillaris</i>	(d'Orbigny, 1853)	Yucatán	Ekdale, 1974
<i>Dentalium sowerbyi</i>	(Guilding, 1834)	Yucatán	Ekdale, 1974
<i>Paradentalium americanum</i>	(Chenu, 1843)	Yucatán	Ekdale, 1974
<i>Dentalium vallicolens</i>	Raymond, 1904	Baja California	California Academy of Sciences
<i>Gadila tolmiei</i>	(Dall, 1897)	Baja California	California Academy of Sciences
<i>Polyschides tetraschistus</i>	(Watson, 1879)	Golfo de México y Yucatán	Henderson, 1920

La recopilación arrojó un total de 819 registros de escafópodos para México y sus aguas territoriales tienen: dos órdenes, dos subórdenes, siete familias, 16 géneros y 37 especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lista sistemática de las 37 especies de escafópodos reportados para México con base en las diversas fuentes de información revisadas.

Taxon	Número de ejemplares
Orden Dentaliida	
Familia Dentaliidae	
<i>Antalis antillarum</i> (d'Orbigny, 1853)	Desconocido
<i>Antalis bartletti</i> Henderson, 1920	2
<i>Antalis berryi</i> Smith y Gordon, 1948	91
<i>Dentalium agassizi</i> Sharp, 1897	7
<i>Dentalium invalidum</i> Emerson, 1954	51
<i>Dentalium neoheptagonum</i> Sharp y Pilsbry, 1897	44
<i>Dentalium oerstedii</i> Mörch, 1861	187
<i>Dentalium vallicolens</i> Raymond, 1904	Desconocido
<i>Fissidentalium megathyris</i> (Dall, 1890)	5
<i>Graptacme eborea</i> (Conrad, 1846)	1
<i>Graptacme inversa</i> (Deshayes, 1825)	25
<i>Graptacme semistriata</i> (Turton, 1819)	73
<i>Graptacme splendida</i> (Sowerby, 1832)	63
<i>Paradentalium americanum</i> (Chenu, 1843)	14
<i>Tesseracme tesseragona</i> (Sowerby, 1832)	3

<i>Tesseracme hancocki</i> Emerson, 1956	27
<i>Tesseracme quadrangularis</i> (Sowerby, 1832)	Desconocido
Familia Calliodentaliidae	
<i>Calliodentalium callipeplum</i> Dall, 1889	1
Familia Gadiliniidae	
<i>Episiphon innumerabile</i> (Pilsbry y Sharp, 1897)	24
<i>Episiphon sowerbyi</i> (Guilding, 1834)	Desconocido
Familia Rhabdidae	
<i>Rhabdus rectius</i> Carpenter, 1864	27
Orden Gadilida	
Suborden: Entalimorpha	
Familia Entalinidae	
<i>Bathoxiphus ensiculus</i> Jeffreys, 1877	1
<i>Costentalina tuscarorae</i> Chistikov, 1982	Desconocido
Suborden Gadilimorpha	
Familia Gadilida incertae sedis	
<i>Compressidens brevicornu</i> (Sharp y Pilsbry, 1897)	13
Familia Gadilidae	
<i>Cadulus californicus</i> Pilsbry y Sharp, 1898	5
<i>Cadulus macleani</i> Emerson, 1978	Desconocido
<i>Gadila aberrans</i> (Whiteaves, 1887)	5
<i>Gadila arctus</i> (Henderson, 1920)	11
<i>Gadila austinclarki</i> Emerson, 1951	2
<i>Gadila perpusilla</i> (Sowerby, 1832)	43
<i>Gadila tolmiei</i> (Dall, 1897)	Desconocido

<i>Polyschides nitidus</i> (Henderson, 1920)	10
<i>Polyschides quadrifissatus</i> (Pilsbry y Sharp, 1898)	66
<i>Polyschides rushii</i> Pilsbry y Sharp, 1898	2
<i>Polyschides tetraschistus</i> (Watson, 1879)	2
<i>Polyschides tetradon</i> (Pilsbry y Sharp, 1898)	1
<i>Striocadulus albicomatus</i> (Dall, 1890)	13

La abundancia de escafópodos registrados en el Golfo de México, calculada con los datos tomados de las colecciones analizadas dio lugar a la gráfica de la figura 9, donde se muestran las 14 especies identificadas.

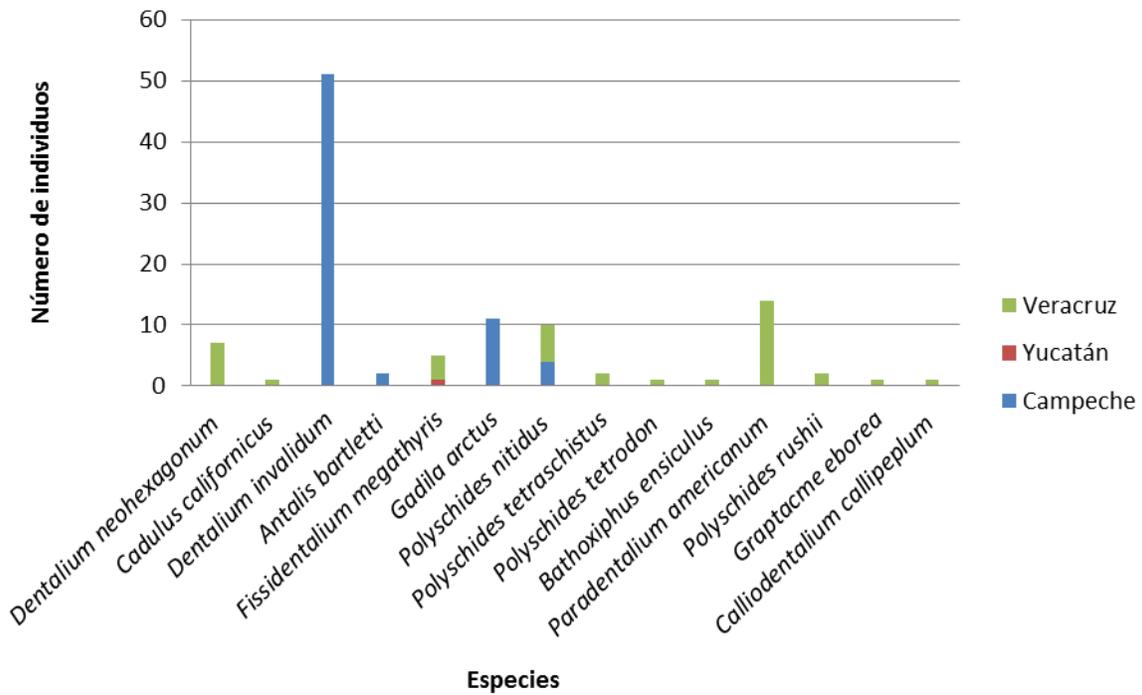


Figura 9. Abundancia de especies de escafópodos en los estados costeros del Golfo de México.

En la gráfica del Golfo de México se representa la diversidad de especies de escafópodos, mostrando la distribución de las especies de escafópodos localizados en los estados de: Yucatán, Campeche y Veracruz, ya que falta información de Tamaulipas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo (Fig.10).

<i>Dentalium neohexagonum</i>
<i>Cadulus californicus</i>
<i>Fissidentalium megathyris</i> ●
<i>Polyschides nitidus</i>
<i>Cadulus</i> sp.
<i>Gadila</i> sp.
<i>Polyschides tetraschistus</i>
<i>Polyschides tetrodon</i>
<i>Bathoxiphus ensiculus</i>
<i>Paradentalium americanum</i>
<i>Polyschides rushii</i>
<i>Graptacme eborea</i>
<i>Calliodentalium callipeplum</i>
<i>Dentalium invaludum</i>
<i>Antalis bartletti</i>
<i>Gadila arctus</i>
<i>Polyschides nitidus</i>



Figura 10. Mapa que muestra los nombres y la ubicación de especies reportadas de escafópodos en los estados costeros del Golfo de México, el círculo rojo señala a la especie que se distribuye en Yucatán y Veracruz. Simbología: con el color verde las especies encontradas en el estado de Veracruz, en rosa las especies encontradas en Campeche, y en rojo la especie *Fissidentalium megathyris*.

Existen ocho estados con alta abundancia y diversidad de especies de escafópodos, siendo notable Nayarit con la especie *Dentalium oerstedii*, superando los 180 ejemplares (Fig. 11).

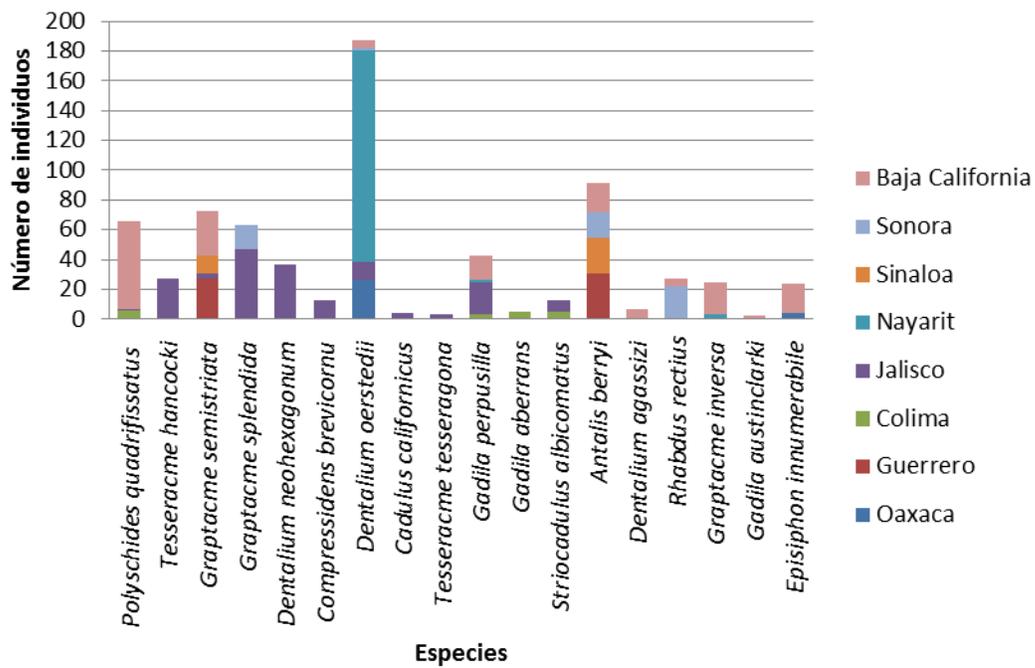


Figura 11. Abundancia de especies de escafópodos reportadas en los estados costeros del Pacífico mexicano.

Los estados con el mayor número de especies de escafópodos del Pacífico son: Baja California y Jalisco. Los estados con bajos números de especies son: Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Guerrero y Oaxaca (Cuadro 3).

Familia/ estado	Baja California	Sonora	Sinaloa	Nayarit	Jalisco	Colima	Guerrero	Oaxaca
Dentaliidae								
<i>Antalis berryi</i>	19	17	24	0	0	0	31	0
<i>Dentalium agassizi</i>	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentalium neohexagonum</i>	0	0	0	0	37	0	0	0
<i>Dentalium oerstedii</i>	5	2	0	142	12	0	0	26
<i>Graptacme inversa</i>	22	0	0	3	0	0	0	0
<i>Graptacme semistriata</i>	30	0	12	0	4	0	27	0
<i>Graptacme splendida</i>	0	16	0	0	47	0	0	0
<i>Tesseracme tesseragona</i>	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Tesseracme hancocki</i>	0	0	0	0	27	0	0	0
Gadiliniidae								
<i>Episiphon innumerabile</i>	20	0	0	0	0	0	0	4
Rhabdidae								
<i>Rhabdus rectius</i>	5	22	0	0	0	0	0	0
Gadilida incertae sedis	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Compressidens brevicornu</i>	0	0	0	0	13	0	0	0
Gadilidae								
<i>Cadulus californicus</i>	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Gadila aberrans</i>	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Gadila austinclarki</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gadila perpusilla</i>	17	0	0	1	22	3	0	0
<i>Polyschides quadrifissatus</i>	59	0	0	0	1	6	0	0
<i>Striocadulus albicomatus</i>	0	0	0	0	8	5	0	0
Número de especies	10	4	2	3	11	4	3	2

Cuadro 3. Número de individuos por especie y total de especies por estado.

De los ocho estados con registros de escafópodos, las especies en el Pacífico más compartidas son *Dentalium oerstedii*, *Gadila perpusilla* y *Antalis berryi* (Fig.12)

<i>Tesseracme hancocki</i>	
<i>Graptacme semistriata</i>	● ● ●
<i>Graptacme splendida</i>	●
<i>Dentalium neohexagonum</i>	
<i>Compressidens brevicornu</i>	
<i>Dentalium oerstedii</i>	● ● ● ●
<i>Cadulus californicus</i>	
<i>Tesseracme tesseragona</i>	●
<i>Gadila perpusilla</i>	● ● ●
<i>Striocadulus albicomatus</i>	●
<i>Polyschides quadrifissatus</i>	● ●
<i>Antalis berryi</i>	● ● ●
<i>Dentalium agassizi</i>	
<i>Rhabdus rectius</i>	●
<i>Graptacme inversa</i>	●
<i>Gadila austinclarki</i>	
<i>Gadila aberrans</i>	
<i>Episiphon innumerabile</i>	● ●

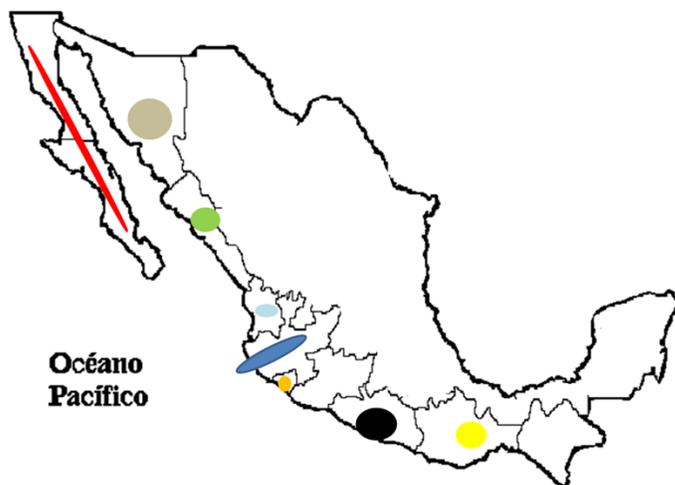


Figura 12. Mapa que muestra los nombres y la ubicación de especies de escafópodos reportadas en los estados del Pacífico mexicano, las especies escritas en rojo, corresponden a Baja California, en azul a Nayarit y los puntos muestran las especies compartidas entre los estados de Guerrero (negro), Oaxaca (amarillo), Colima (anaranjado), Jalisco (azul), Nayarit (azul claro), Sinaloa (verde), Sonora (gris) y Baja California (rojo).

Dentro de las fuentes de información, aparecen dos especies compartidas por el Golfo de México y el Pacífico mexicano: *Dentalium neohexagonum* y *Cadulus californicus* en los estado de Veracruz y Jalisco (Fig. 13).



Figura 13. Mapa que muestra los nombres y la ubicación de especies de escafópodos compartidas, presentes en Jalisco y Veracruz, México en el litoral del Golfo de México y del Pacífico.

Como resultado del análisis de agrupamiento de Bray Curtis, a partir de los 11 estados con presencia de escafópodos, en la figura 14, se resalta la separación entre los estados del Pacífico y los del Golfo de México, en relación con las especies que comparten y su abundancia. Se observa una mayor similitud entre los estados de Sinaloa-Guerrero y Campeche-Veracruz.

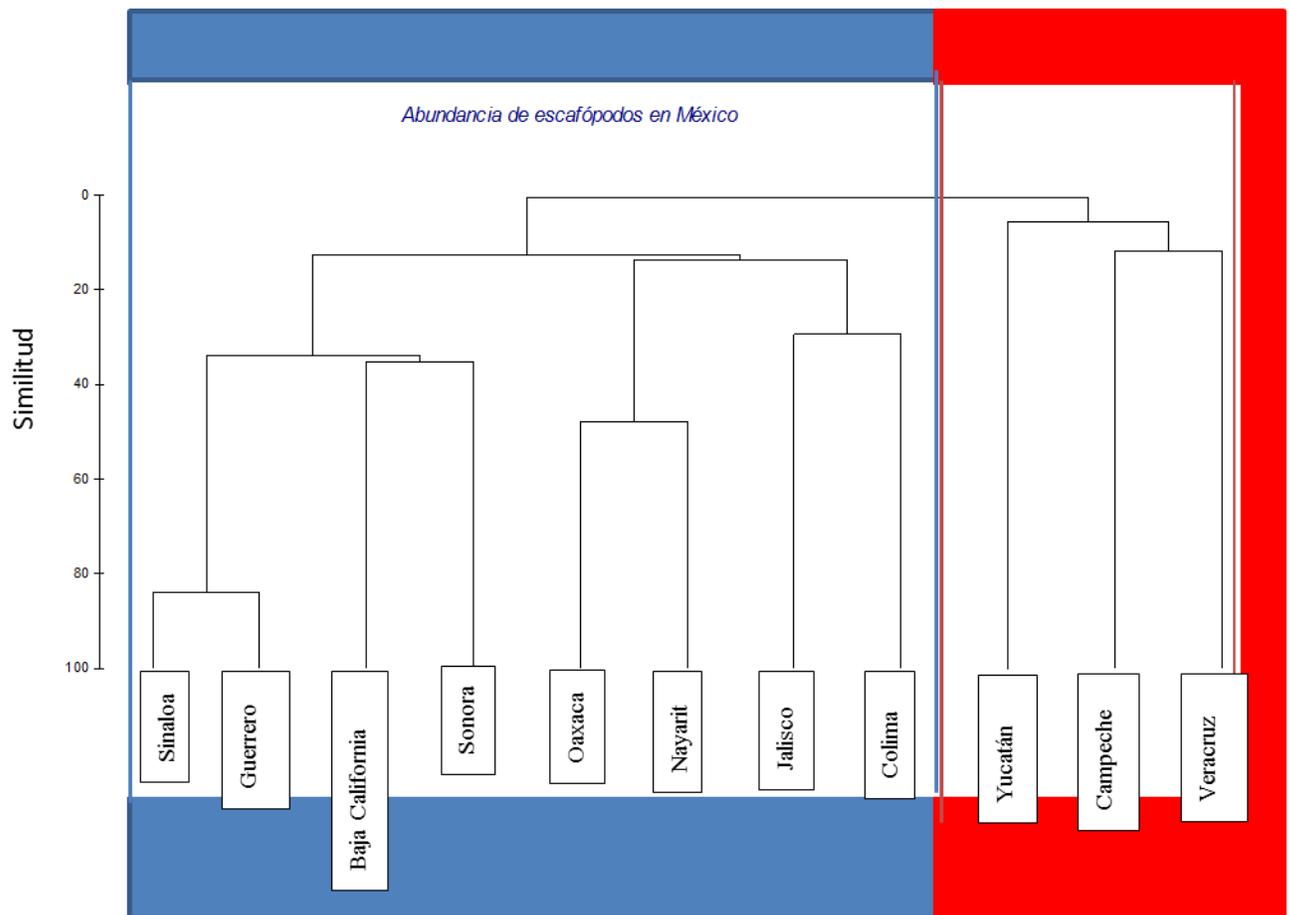


Figura 14. Dendrograma que muestra el grado de similitud con base en la presencia y abundancias de especies de escafópodos en cada Estado (Yucatán, Campeche, Veracruz, Nayarit, Oaxaca, Guerrero, Sonora, Sinaloa, Baja California, Jalisco, Colima), encuadrando en rojo los del Golfo de México y en azul los del Pacífico.

El cálculo de los índices de diversidad y sus componentes de riqueza de especies y equidad, arrojó valores máximos en los estados de: Veracruz, Jalisco y Baja California, mientras que en Yucatán la riqueza de especies fue nula (Cuadro. 4).

Cuadro 4. Análisis del índice de diversidad, se resaltan en rojo los estados con mayor diversidad y en azul los estados con menor diversidad de escafópodos.

Estado	Diversidad Shannon log2	Diversidad Simpson	Riqueza (S)	Abundancia (N)
Baja California	2.841	0.8305	10	186
Jalisco	2.872	0.8386	11	177
Colima	1.959	0.778	4	19
Sinaloa	0.9183	0.4571	2	36
Guerrero	1.104	0.5231	3	59
Sonora	1.735	0.6942	4	57
Oaxaca	0.5665	0.2391	2	30
Nayarit	0.2034	0.05394	3	146
Campeche	1.126	0.4131	4	68
Yucatán	1	1
Veracruz	2.81	0.8269	11	40

La curva de acumulación, muestra una tendencia asintótica, indicando que los registros de escafópodos están muy cerca del total de registros que pudiesen existir en México (Fig. 15).

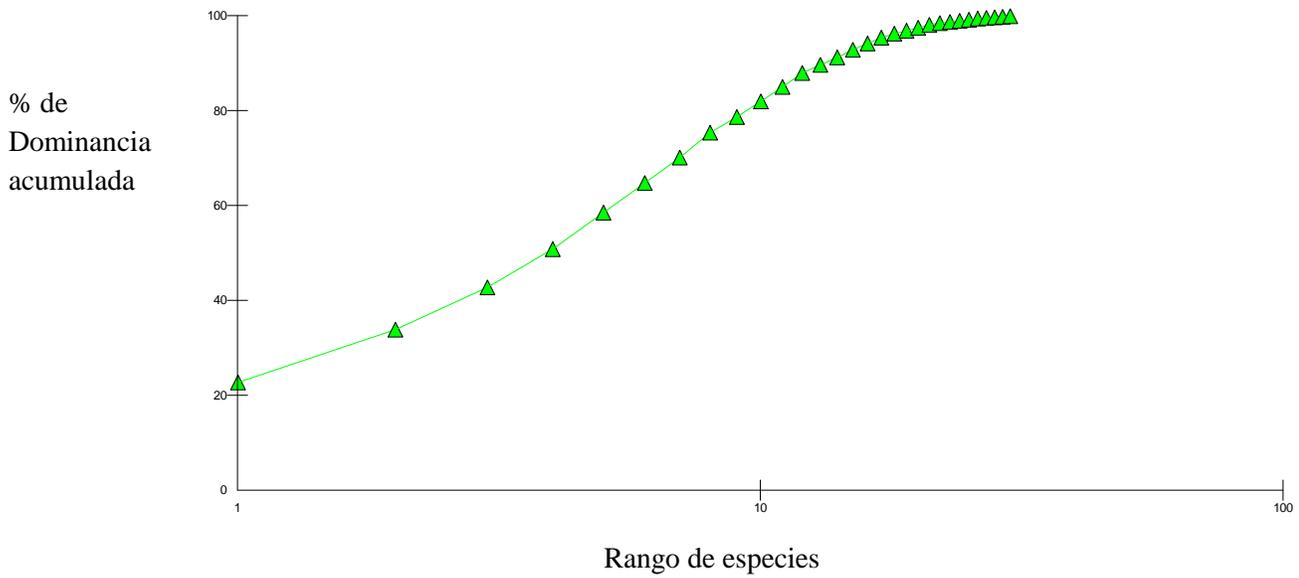


Figura 15. Curva de acumulación de especies de escafópodos de México.

En el análisis latitudinal de la abundancia de escafópodos en México, se tomaron en cuenta únicamente aquellos registros que presentaron número de individuos y datos latitudinales exactos, los cuales fueron transformados a decimales para estimar su correlación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Registros fiables del Pacífico que fueron usados en el análisis de correlación entre la abundancia de escafópodos y la latitud.

Latitud	Especies	Número de especímenes
18.606722	<i>Dentalium</i> sp. 1	1
18.816944	<i>Gadila aberrans</i>	5
18.816944	<i>Striocadulus albicomatus</i>	5
18.816944	<i>Polyschides quadrifissatus</i>	6
18.816944	<i>Gadila perpusilla</i>	3
19.204167	<i>Tesseracme hancocki</i>	1
19.303056	<i>Tesseracme hancocki</i>	26
19.334444	<i>Striocadulus albicomatus</i>	8
19.535278	<i>Fustiaria</i> sp.	4
19.535278	<i>Cadulus californicus</i>	4
19.535278	<i>Dentalium</i> sp. 3	1
19.535278	<i>Gadila aberrans</i>	18
19.539667	<i>Tesseracme tesseragona</i>	2
19.556333	<i>Dentalium</i> sp. 1	12
19.556333	<i>Siphonodentalium quadrafissatum</i>	1
19.691236	<i>Compressidens brevicornu</i>	13
19.691236	<i>Gadila perpusilla</i>	22
19.866667	<i>Dentalium</i> sp. 4	1
20.035278	<i>Graptacme splendida</i>	47
20.035278	<i>Dentalium neohexagonum</i>	37
20.035278	<i>Dentalium</i> sp. 2	19
20.035278	<i>Dentalium oerstedii</i>	12
20.743611	<i>Graptacme inversa</i>	3
23.55	<i>Gadila perpusilla</i>	2
24.3	<i>Dentalium oerstedii</i>	5
24.7333333	<i>Dentalium agassizi</i>	7
25.8225	<i>Polyschides quadrifissatus</i>	2
25.916667	<i>Gadila austinclarki</i>	5
26.63722	<i>Gadila perpusilla</i>	15

26.639722	<i>Rhabdus rectius</i>	22
27.064167	<i>Gadila perpusilla</i>	2
29.032222	<i>Graptacme inversa</i>	45

Los resultados indican que no existe una correlación entre latitud y abundancia de escafópodos, al no ser significativo el análisis (N=32, $R^2= 0.034$, $p< 0.3$) (Fig. 16).

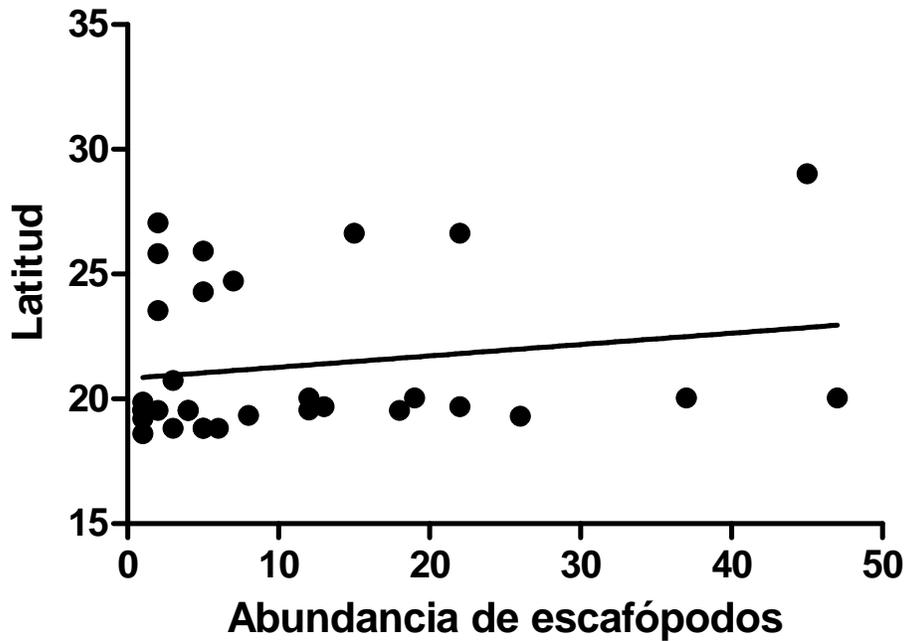


Figura 16. Correlación entre latitud y abundancia de escafópodos del Pacífico.

6. Discusión.

6.1. Colecciones Nacionales, bases de datos de Estados Unidos e información bibliográfica.

De la revisión bibliográfica realizada se muestra que la clase Scaphopoda ha sido poco estudiada en México; prueba de ello son los únicos tres artículos recientes enfocados a esta clase que se

encontraron, en la revisión bibliográfica. El trabajo de Zamorano *et al.* (2006) es el único artículo encontrado que reporta la ubicación de escafópodos como fauna de acompañamiento. Es probable que existan otros artículos donde también los registren, pero no se pudieron consultar debido a su antigüedad y/o que no se enfocaban en la clase Scaphopoda, aun cuando son trabajos sobre la diversidad malacológica, como: Reguero M. y García-Cubas, 1987; Lesser-Hiriart. 1984. El presente trabajo excluyó la literatura gris (trabajos no publicados como tesis, resúmenes en congresos y reportes de campo), pues la identificación de las especies de la clase Scaphopoda, es compleja y es probable que las especies estén mal identificadas o no pueden ser revisados los ejemplares, lo cual introduciría un sesgo al análisis taxonómico. Sin embargo, se considera que este trabajo recopila la mayor parte de la literatura específica del tema para nuestro país, desde guías taxonómicas hasta trabajos académicos: acumulando un total de 17 especies reportadas en artículos arbitrados.

El 6.1% de los ejemplares depositados en las colecciones nacionales, mostraron algún nivel de deterioro previo a ser recolectados. Fue imposible de identificar a nivel de especie un total de 50 individuos, clasificándolos solo a nivel de género. Este problema también fue mencionado en la literatura (Ríos Jara *et al.*, 2003 a y b). No obstante es de gran relevancia contar con ejemplares sin importar su estado físico, pues son evidencia palpable del grupo en el lugar y dan una idea de la diversidad presente en una zona determinada. En este trabajo no se usaron los registros de organismos erosionados para los índices ecológicos, ya que pueden modificar los índices. Otra razón por la cual una identificación no se completa hasta nivel de especie, es por falta de taxónomos en esta clase de moluscos (Zamorano *et al.*, 2006).

En las colecciones de CNMO, COMA, CLEMGL y FES-IBZ, están albergadas o se albergan dentro de su acervo 23 especies de escafópodos (7, 4, 1 y 11 especies respectivamente). Uno de los principales problemas advertidos a partir de la revisión de las colecciones y la bibliografía consultada, fue que la mayor parte de los registros tienen información incompleta (profundidad, localidad y temperatura), ya que son tomados en cuenta como fauna de

acompañamiento y no son correctamente procesados al ser recolectados, lo cual sesga el conocimiento de distribución, hábitat y hábitos de estos organismos. Conjunto a la revisión de las colecciones mexicanas antes mencionadas se hizo la actualización taxonómica de dichas colecciones y aquí damos a conocer las especies de la clase Scaphopoda presentes en México.

Otra de las complicaciones fue el identificar a los ejemplares solo con las conchas; ya que las características conculiológicas de la concha son similares entre las familias, por lo que los rasgos particulares significaron la diferencia en la identificación. Para determinar a los ejemplares las guías taxonómicas se centran en el tamaño, color y ornamentaciones de las conchas; en algunos casos, la distribución geográfica fue un buen criterio para la identificación de especies. Aún con la ayuda de las guías taxonómicas se requirió el apoyo del Dr. Víctor Scarabino para hacer una correcta identificación; por lo que no son un grupo de fácil acceso a los zoólogos en general.

En las colecciones nacionales, se encuentran depositadas 23 especies de escafópodos, mientras que las colecciones extranjeras, poseen ocho especies adicionales. Con los registros de Ríos Jara *et al.* (2003 a y b), se añaden dos especies más: *Compressidens brevicornu* (Sharp y Pilsbry, 1897) y *Striocadulus albicomatus* (Dall, 1890), haciendo un total de 33 especies de escafópodos. Si tomamos en cuenta los nombres científicos en los otros artículos revisados sin que se indique abundancia, México presenta un total de 37 especies de escafópodos, por lo tanto tiene alrededor del 5% de las especies de escafópodos a nivel mundial (Gofas, 2012), un número alto si se toma en consideración la superficie de las aguas territoriales, la extensión oceánica total y la superficie explorada.

En México se ha estudiado poco la fauna intersticial, esto debe motivar a realizar investigaciones enfocadas sobre este grupo (Reguero y García-Cubas, 1987).

6.2. Distribución de las especies de escafópodos en México.

Existen registros de escafópodos en 11 estados de la República Mexicana, de estos tres pertenecen al litoral del Golfo de México: Veracruz, Yucatán y Campeche, con 15 especies y los estados de Tamaulipas, Tabasco y Quintana Roo carecen de información sobre escafópodos. Mientras que de la costa del Pacífico, se han registrado escafópodos en ocho estados: Baja California (manejada en este trabajo de forma conjunta Norte y Sur, ya que en las colecciones estadounidenses suelen no distinguir entre los dos estados), Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero y Oaxaca, con 18 especies. Al mismo tiempo, en Michoacán y Chiapas no se han realizado publicaciones de este grupo, la diferencia en especies podría deberse a que faltan muestreos y publicaciones en la zona del Golfo de México. Ya que son más los trabajos realizados en la zona del Pacífico (Ríos-Jara *et al.*, 2003 a, b y Zamorano *et al.*, 2006), mientras que para las aguas mexicanas del Golfo de México sólo existe un trabajo y no indica ni número de especímenes ni ubicación exacta de los mismos (Ekdale, 1974).

Con el presente estudio se observó que dos especies se comparten en ambos océanos (Atlántico y Pacífico): *Dentalium neohexagonum* Pilsbry y Sharp, 1897 y *Cadulus californicus* (Ríos-Jara *et al.*, 2003 a y b); especies registradas en los estados de Veracruz y Jalisco. La especie *Cadulus californicus* presenta una distribución Neártico-Neotropical al registrarse desde Alaska al Ecuador (Keen, 1971; Abbott, 1974) y *D. neohexagonum* tiene una distribución Neártica, al ubicarse en el Golfo de California (Keen, 1971; Abbott, 1974). La presencia de ambas especies en Veracruz puede deberse al fenómeno de especies hermanas, que sucede al haber poblaciones reproductivamente aisladas, basándose en caracteres morfológicos es complicado distinguirlas entre sí, pero al conocer variaciones particulares en su conducta, ecología o análisis moleculares se pueden diferenciar (Futuyma, 2005; Okolodkov, 2010; Urbano 2011).

Basados en el análisis de toda la información recopilada, las siguientes especies de escafópodos mostraron intervalos de distribución muy amplios, por lo que se asume están en México y este trabajo lo ratifica de manera específica para: *Antalis antillaris* (Veracruz), *A. bartletii* (Campeche y Yucatán), *A. berryi* (Baja California, Sonora, Sinaloa y Guerrero), *Dentalium agassizi* (Baja California), *D. invalidum* (Campeche), *D. neohexagonum* (Jalisco y Veracruz), *D. vallicolens* (Baja California), *Fissidentalium megathyris* (Veracruz y Yucatán), *Graptacme eborea* (Veracruz), *G. inversa* (Baja California y Nayarit), *G. semistriata* (Baja California, Sinaloa, Jalisco y Guerrero), *Paradentalium americanum* (Veracruz y Yucatán), *Tesseracme tesseragona* (Jalisco y Guerrero), *T. quadrangularis* (Baja California), *Calliodentalium callipleplum* (Veracruz), *Episiphon sowerbyi* (Yucatán), *Rhabdus rectius* (Baja California y Sonora), *Cadulus californicus* (Jalisco y Veracruz), *Gadila aberrans* (Colima), *G. arctus* (Campeche), *G. austinclarki* (Baja California), *Polyschides nitidus* (Veracruz y Campeche), *P. quadrifissatus* (Jalisco y Colima), *P. rushii* (Veracruz), *P. tetraschistus* (Veracruz), *P. tetrodon* (Veracruz), *Striocadulus albicomatus* (Jalisco y Colima).

Mientras que para las siguientes especies se añadieron estados de la republica mexicana a los previamente reportados: *Dentalium oerstedii* registrado previamente en Sonora, ahora también en Baja California, Jalisco, Nayarit y Oaxaca, *Graptacme splendida* Registrada previamente en Sonora y ahora en el estado de Jalisco, *Tesseracme hancocki* se registro en Baja California y Colima, ahora se sabe presente en Jalisco, *Episiphon innumerabile* solo se registraba en Baja California y ahora en Oaxaca, *Bathoxiphus ensiculus* registrada anteriormente en Yucatán, ahora en Veracruz, *Compressidens brevicornu* previamente registrada en Sinaloa, ahora en Jalisco, *Gadila perpusilla* registrada en Sinaloa, ahora se sabe hay registros en Baja California, Nayarit, Jalisco y Colima. Las siguientes tres especies se quedaron con el mismo intervalo de distribución registrado: *Gadila tolmiei* y *Cadulus macleani* en Baja California, *Costentalina tuscarorae* especie de la cual solo se sabe esta en México sin especificar algún lugar.

6.2.1. Análisis de Agrupamiento.

El análisis de agrupamiento reveló dos grandes grupos: Pacífico y Golfo de México, aun cuando comparten dos especies. Se pudo ver que los estados más relacionados no necesariamente son vecinos espacialmente; por ejemplo, en los estados del Pacífico existe una mayor similitud entre Sinaloa y Guerrero. Esto puede deberse a diferentes razones: 1) que ambos estados han sido más estudiados, 2) a la falta de muestreos en la zona intermedia, 3) a la relación con un patrón de corrientes Sur-Norte, la variación de la fuerza de las mismas, o 4) debido al choque de corrientes frías y cálidas que promueven mayores surgencias en el Océano Pacífico (Millero, 2006) (Fig. 17).

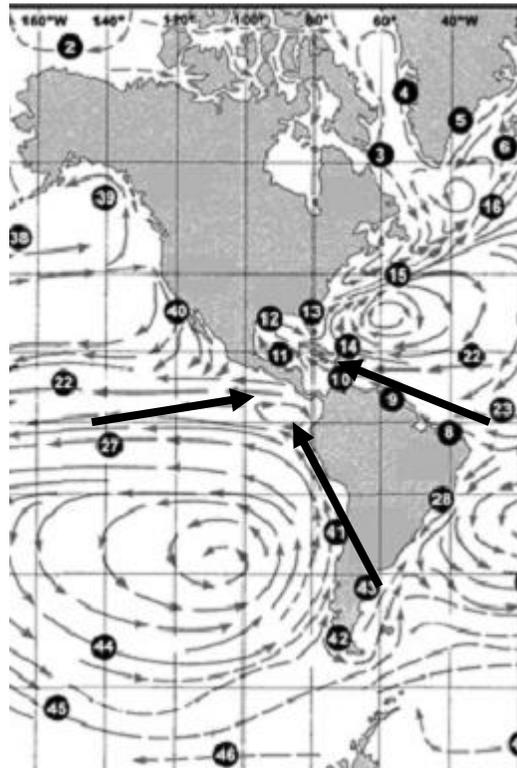


Figura 17. Imagen del patrón de corrientes oceánicas de América, con las flechas negras se señala el patrón de corriente ascendente del lado del Pacífico, así como en la zona del Golfo de México, imagen tomada de Okolodkov, 2010.

6.2.2. Índice de diversidad.

La riqueza de especies registradas para México corresponde a 37 especies y la abundancia para toda la clase es de 819 individuos. El índice de diversidad de escafópodos indica que los Estados del país con mayor valor fueron: Jalisco (2.872 Shannon y 0.8386 Simpson), Baja California (2.841 Shannon y 0.830, Simpson) y Veracruz (2.81 Shannon y 0.8269 Simpson). Vale la pena resaltar que aunque Veracruz y Baja California tienen el mismo número de especies (11), las abundancias son muy diferentes; ya que Veracruz presenta 40 y Baja California 186 individuos, debido a una mayor equidad para el estado de Veracruz. Los índices de diversidad para los estados de Oaxaca (0.5665 Shannon y 0.2391 Simpson) y Sinaloa (0.9183 Shannon y 0.4571 Simpson) son bajos, ya que solo hay al menos dos ejemplares por especie. Yucatán registra una diversidad de valor cero según el análisis realizado, por tener solo una especie. Los índices de diversidad podrían cambiar si se hacen mayores estudios a diferentes profundidades, principalmente en la zona del Golfo de México.

6.2.3. Curva de Acumulación y correlación geográfica.

La curva de acumulación de especies tiene una tendencia asintótica ya que el número de especies registradas no aumentará significativamente considerando los registros obtenidos, demostrando que la recopilación es representativa de la diversidad de los escafópodos en México. Se debe tomar en cuenta que se ha muestreado en pocas zonas del Golfo de México, también debe considerarse que el potencial de dispersión de estos organismos es desconocido.

El análisis de la distribución de los escafópodos demuestra que no existe una correlación significativa entre la latitud y abundancia a la que se registran los escafópodos para el Pacífico, esto puede deberse a lo escaso de los datos. Es importante que en recolecciones de material biológico, tanto de moluscos como de cualquier otro invertebrado, aun cuando sea como fauna de

acompañamiento, se tenga referida toda la información posible para poder reconstruir sus relaciones ecológicas en el futuro.

6.3. Factores que delimitan la distribución general de los escafópodos.

Ya que no se pueden delimitar las barreras biogeográficas marinas, el patrón de distribución de los escafópodos es complicado de determinar. Respecto a las regiones marinas se deben considerar diversas variables como la presión, densidad, concentración de nutrientes, oxígeno disuelto, temperatura, *pH* y sus variaciones en relación a la profundidad. Todo esto crea incertidumbre sobre cómo afecta la picnoclina (límite ecológico para la distribución de organismos marinos) a los escafópodos, al ser un límite relacionado con las condiciones físicas de las profundidades (Cox y Moore, 2005). De acuerdo a los intervalos de distribución se piensa que los escafópodos son organismos eurioicos, extremófilos y que se desconocen los factores ambientales que los afectan. Por ejemplo *Fissidentalium megathyris* se reporta a una profundidad de 1,480 a 4,300 m, junto con otras especies de escafópodos de grandes profundidades (Anexo-1). Puede ser que el tipo y cantidad de sedimento marino acumulado en ciertas zonas por la fuerza de las corrientes oceánicas, afecte la presencia de los escafópodos; actuando como un amortiguador ante las variaciones del *pH* y temperatura del medio, restringiéndolos a zonas con características particulares (Millero, 2006). Los escafópodos no cumplen la hipótesis de que los organismos con una amplia distribución no viven en zonas intermareales o de poca profundidad (Cox y Moore, 2005). Pudiese ser que los ejemplares recolectados tengan esa distribución debido a: a) son organismos cuya fisiología les permite vivir a escasa y gran profundidad; b) la recolección de organismos a gran profundidad (varios kilómetros) se debe al arrastre de la concha, de manera similar a lo que le sucede al sedimento marino (Fig. 18).

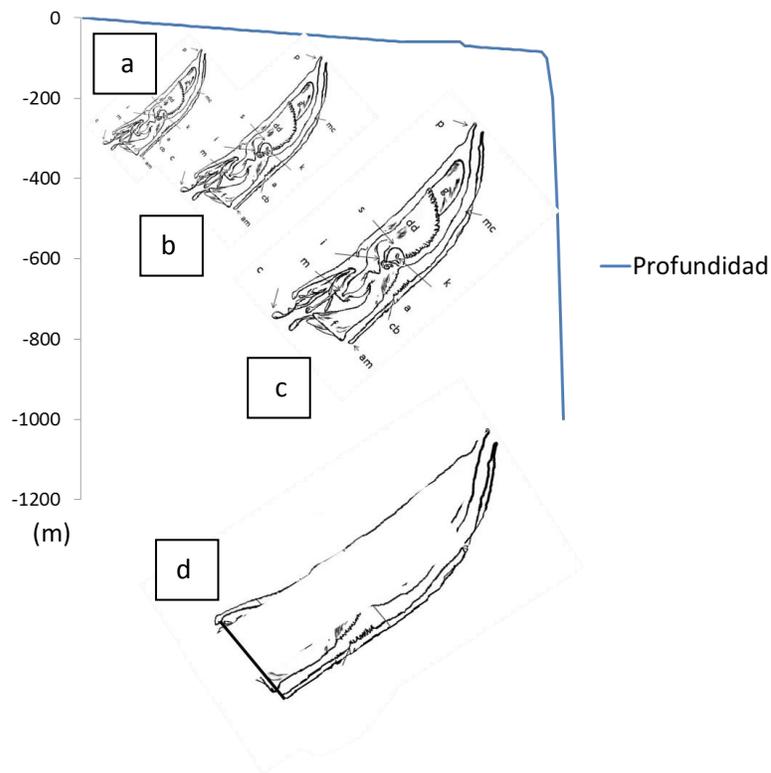


Figura 18. Ejemplo de la posible distribución de los escafópodos en la pendiente marina, en relación al rango fisiológico, al arrastre de la concha y el ciclo de vida del organismo, a) organismo juvenil a poca profundidad, b) organismo juvenil a poca profundidad, c) organismo adulto a mayor profundidad, d) organismo muerto y la concha arrastrado a las profundidades abisales o hádales.

7. Conclusiones.

Este estudio recopiló la información existente para la clase Scaphopoda, ampliando las distribuciones reportadas para todas las especies que viven en México; excepto para *Cadulus macleani*, *Costentalina tuscarora* y *Gadila tolmiei* cuya distribución no se modificó (Anexo 1). Esto incrementa la información que se tiene actualmente sobre los escafópodos a nivel mundial, con énfasis en México, en donde la información de escafópodos estaba dispersa. Hay que considerar que la información de especies fósiles no ha sido sujeta a una revisión intensa, como la presentada aquí con los ejemplares recientes (Dra. Blanca Buitron *com. pers.*). El trabajo plantea dudas, que solo pueden ser solucionadas aumentando las investigaciones. El conocimiento de este grupo, podría dar a conocer aspectos notables de la vida en las profundidades (Rokop, 1974; Antonio *et al.*, 2011). Dentro de las preguntas que se plantean a partir de este trabajo están aspectos de la relación entre su fisiología y su distribución, resistencia a los cambios de temperatura, aspectos de reproducción. Pero antes de eso debemos conocer primero su distribución en México, tomando en cuenta otras colecciones existentes, al igual que otras fuentes que pueden presentar información de escafópodos como fauna de acompañamiento (Reguero y García-Cubas, 1987). No obstante la rareza que tiene el grupo, convierte a los escafópodos en irrelevantes ante la mirada lucrativa del ser humano. Algo lamentable, tomando en cuenta que México tiene los dos órdenes de este grupo, siete de las doce familias, 16 géneros de los 46 existentes y hasta ahora 37 especies de las 730 especies reportadas a nivel mundial (Gofas, 2012), esto equivale a que México tiene alrededor del 5% de las especies de escafópodos a nivel mundial, dato que debe ser considerado dentro de la información de la mega diversidad que México posee.

8. Bibliografía.

Abbott, R.T. 1974. American Seashells, The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coast of North America, 2ª Ed. Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York, 663 pp.

- Abbott, R. T. y S. P. Dance. 1998. Compendium of Seashells. Odyssey Publishing, El Cajon, California. 411 pp.
- Antonio, E. S, K. Akihide, U. Masahino, I. Yuka y Y. Yoh. 2011. Spatial-temporal feeding dynamics of benthic communities in an estuary-marine gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 112: 86-97.
- Brusca, C. R. y J. G. Brusca. 2003. Invertebrates 2ª Ed, SINAUER, Massachusetts, 936 pp.
- Cox, C. B. y D. P. Moore. 2005. Biogeography an ecological and evolutionary approach. 7a edición. Blackwell publishing, Malden, EEUU, 428 pp.
- Dall, W. H. 1927. Small shells from dredgings off the southeast coast of the United States by the United States of Fisheries steamer "Albatros" in 1885 and 1886. *Proceedings United States, National Museum*. 70 (2667:1-134).
- Darryl, L. F. y D. K. Camp. 2009. Gulf of Mexico origin, waters and biota. Vol. 1, 1312 pp.
- Dinamani, P. 1964. Burrowing behavior of *Dentalium*. *Biological Bulletin* 126: 28-32.
- Dreyer, H. y G. Steiner 2004. The complete sequence and gene organization of the mitochondrial genome of the gadilid scaphopod *Siphonodentalium lobatum* (Mollusca). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31: 605-617.
- Dufresne-Dube, L., B. Picheral y P. Guerrier. 1983. An ultrastructural analysis of *Dentalium vulgare* (Mollusca, Scaphopoda) gametes with special reference to early events at fertilization. *Journal of Ultrastructure Research* 83(3): 242-57.
- Ekdale, A. A. 1974. Marine Molluscs from shallow-water environments (0 to 60 Meters) off the Northeast Yucatan Coast, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 24: 638-668.

- Futuyma, D. 2005. Evolution. Sinauer Associates. INC Massachusetts. USA. 608 pp.
- Giribet, G., A. Okusu, A. R. Lindgren, S. W. Huff, M. Schrödl y M. K. Nishiguchi. 2006. Evidence for a clade composed of molluscs with serially repeated structures: monoplacophorans are related to chitons. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(20): 7723–8.
- Gofas, S. 2012. Scaphopoda. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?=taxadetails&id=104> on 2012-09-22
- Haszprunar, G. 1996. The Molluscan Rhogocyte (Pore-Cell, Blaszelle, Cellule Nucale), and its significance for ideas on nephridial evolution. *Journal of Molluscan Studies* 62(2): 185–211.
- Haszprunar, G. 1992. The first molluscs small animals. *Bolletino di Zoologia* 59: 1-16 .
- Henderson, J. B. 1920. A monograph of the east American scaphopod mollusks. *United States Natural Museum Bulletin* 111: 1-177.
- Lesser-Hiriart. H., 1984. Prospección sistemática y ecológica de los moluscos bentónicos de la plataforma continental del estado de Guerrero, México, Tesis professional. Facultad de Ciencias UNAM, México, 107 pp.
- Keen, M. 1971. Seashells of Tropical West America. Stanford University Press, 1080 pp.
- Millero, J. F. 2006. Chemical Oceanography, 3a ed. Taylor and Francis, Boca Raton, Nueva York 496 pp.
- Okolodkov, Y. B. 2010. Biogeografía Marina. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, 217 pp.

- Pojeta, J. y B. Runnegar, 1979. *Rhytidentalium kentuckyensis*, a new genus and new species of Ordovician scaphopod, and the early history of scaphopod mollusks. *Journal of Paleontology* 53: 5330-541.
- Ponder, W. F. y D. R. Lindberg. 2008. Phylogeny and evolution of the Mollusca. University California Press, Berkeley, 469 pp.
- Poon, P. A. 1987. The diet and feeding behavior of *Cadulus tolmiei* Dall, 1898 (Scaphopoda: Siphonodentalioida). *The Nautilus* 101: 88-92.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1987. Moluscos de la Plataforma continental de Nayarit: Sistemática y ecología (cuatro campañas oceanograficas). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 16 (1) 33-58.
- Reynolds, P. D. 2002. The Scaphopoda. *Advances in Marine Biology* 42: 137-236.
- Reynolds, P. D. y A. Okusu. 1999. Phylogenetic relationships among families of the Scaphopoda (Mollusca). *Zoological Journal of the Linnean Society* 126 (2): 131–154.
- Ríos-Jara, E., E. López-Uriarte y M. P. E. Juárez-Carrillo. 2003a. Nuevos registros de escafópodos para las costas de Jalisco y Colima, México. *Hidrobiológica* 13(2): 167–170.
- Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, L. E. Uriarte y J. E. Carrillo. 2003b. Moluscos escafópodos de la campaña *Atlas V* (plataforma continental de Jalisco y Colima, México) a bordo del B/O El *Puma*. *Ciencias Marinas* 29(1): 67-76.
- Rokop, F. J. 1974. Reproductive patterns in the deepsea benthos. *Science* 186(4165): 743–745.
- Sandin, S. A., M. J. A. Vermeij y A. H. Hurlbert. 2008. Island biogeography of Caribbean coral reef fish. *Global Ecology and Biogeography* 17(6): 770–777.

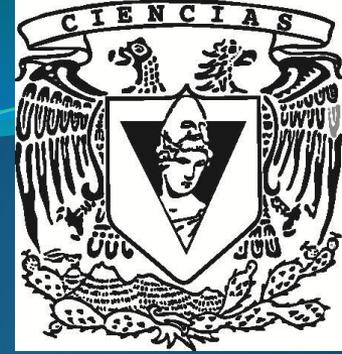
- Scarabino, V. 1995. Scaphopoda of the tropical Pacific and Indian Oceans, with description of 3 new genera and 42 new species. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris* 167: 189-379.
- Scarabino, V. y F. Scarabino. 2010. A new genus and thirteen new species of Scaphopoda (Mollusca) from the tropical Pacific Ocean. *Zoosystema* 32(3): 409–423.
- Scarabino, V., C. H. Soares-Caetano y A. Carranza. 2011. Three new species of the deep-water genus *Bathycadulus*. *Zootaxa* 63: 59–63.
- Shimek, R. L. 1988. The functional morphology of scaphopod captacula. *The Veliger* 30: 213-221.
- Shimek, R. L. 1990. Diet and habitat utilization in a north-eastern Pacific ocean scaphopod assemblage. *American Malacological Bulletin* 7: 147-169.
- Smith, T.M. y R.L. Smith. 2007. Ecología. 6ª edición Pearson Education, Madrid, 776 pp.
- Steiner, G. 1994. Variations in the number of intestinal loops in Scaphopoda Mollusca. *Marine Ecology* 15(2): 165-174.
- Steiner, G. 1999. A new genus and species of the Family Anulidentaliidae (Scaphopoda: Dentaliida) and its systematic implications. *Journal of Molluscan Studies* 65 (2): 151–161.
- Steiner, G. y H. Dreyer. 2003. Molecular phylogeny of Scaphopoda (Mollusca) inferred from 18S rDNA sequences: support for a Scaphopoda – Cephalopoda clade. *Zoologica Scripta* 32(4) 343–356.
- Steiner, G. y A. R. Kabat. 2004. Catalog of species-group names of Recent and fossil Scaphopoda (Mollusca). *Zoosystema* 26(4): 549–726.

Sturm, C. F., T. A. Pearce y A. Váldez. 2006. The Mollusks: a Guide to their study, collection, and Preservation. *American Malacological Society*. 357 pp.

Urbano Alonso, B. 2011. Variación fenotípica de *Cerithium maculosum*. Tesis maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., 50 pp.

Zamorano, P., M. E. Hendrickx y A. Toledano-Granados. 2006. Distribution and ecology of deep-water mollusks from the continental slope, southeastern Gulf of California, Mexico. *Marine Biology* 150(5): 883–892.

9. Anexo-1: Guía Fotográfica, ver CD.



Guía fotográfica de la clase Scaphopoda (Mollusca) en México

Francisco Enrique Saldaña Monroy

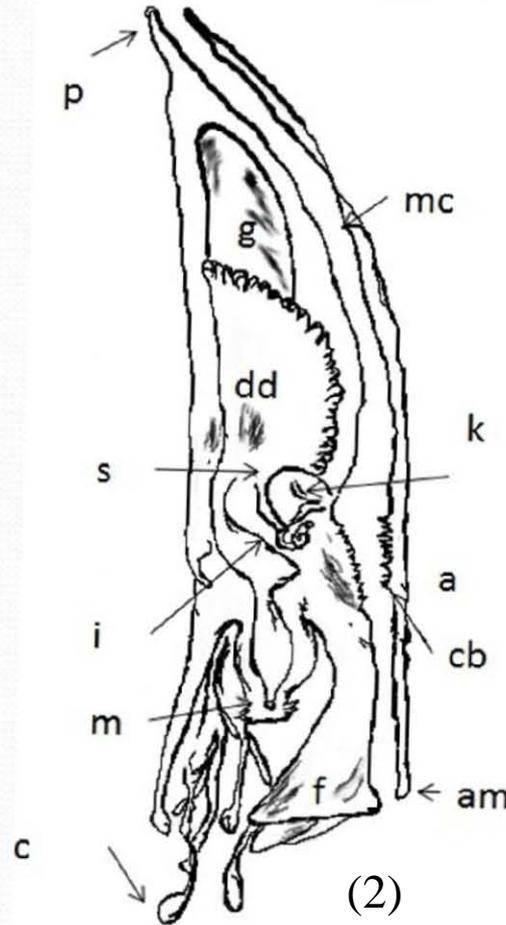
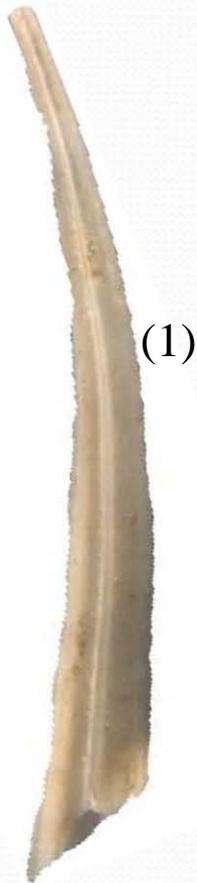
Asesor: M. en C. Brian Urbano Alonso

Facultad de Ciencias, Biología, UNAM.

Introducción

- Esta guía busca dar a conocer información acerca de la clase Scaphopoda en México; tomando en cuenta su distribución general y su distribución en México.
- Se espera que sea de utilidad para la identificación de las especies presentes en México.
- Este trabajo pretende ser una línea base para futuras investigaciones.

Esquema de un escafópodo



Anatomía interna (1) y externa (2) de un escafópodo del Orden Dentaliida. a) abertura rectal, ma) margen del manto anterior; c) captáculos, bc) bordes ciliados de la cavidad del manto, dd) divertículo digestivo, f) pie, g) gónada, i) intestino; k) riñón, m) boca y palpos labiales, cm) cavidad del manto, p) pabellón o manto posterior, r) rádula, s) estómago (Basado en Sturm *et al*, 2006).

Uso de esta guía

- En el mapa de México, los puntos azules indican los lugares donde Saldaña-Monroy (2012), compila registros de escafópodos; mientras que los puntos en rojo indican que lo reportaron: Keen, 1971; Abbot, 1974 y/o Steiner y Kabat, 2004. Se menciona la distribución general de cada especie, en caso de tenerla.
- La profundidad de cada especie de escafópodos se presenta con los intervalos máximos y mínimos de profundidad reportados por los autores antes mencionados.
- Para este trabajo se siguió un orden taxonómico, propuesto en la pagina <http://www.marinespecies.org/aphia.php?=taxadetails&id=104>

Antalis antillarum (d'Orbigny, 1853)

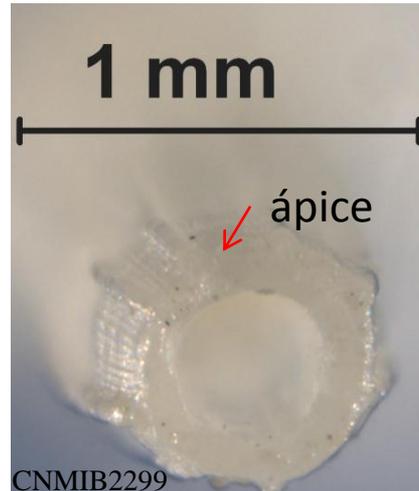


Imagen tomada de Abbott, 1974.



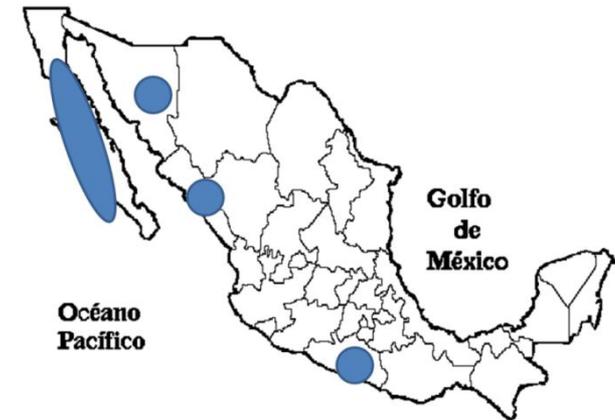
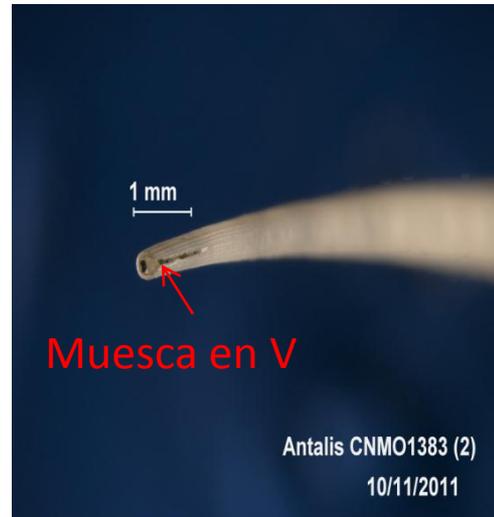
- **Sinonimia:** *Dentalium antillarum* (d'Orbigny, 1853).
- **Tamaño:** Mide alrededor de 254 mm de largo (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 1 a 300 m.
- **Diagnosis:** Corte transversal redondeada, nueve costillas primarias, pero aumentan a casi 12 cerca de la mitad y 24 en la abertura. Tiene líneas microscópicas transversales entre las costillas. Concha color blanco opaco. Común en aguas someras (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Florida a Brasil y el Mar Caribe (Steiner y Kabat, 2004).

Antalis bartletti Henderson, 1920



- **Sinonimia:** *Dentalium (Antalis) bartletti* Henderson, 1920.
- **Tamaño:** aproximadamente 15 mm de longitud.
- **Profundidad:** 30 a 1,097 m.
- **Diagnosis:** Concha blanca, curvada ligeramente en la parte posterior, ocho costillas principales con varias inter-costillas entre ellas.
- **Distribución general:** Atlántico Occidental y Mar Caribe, De Frederickstadt, St Cruz, Cape fear, Carolina del Norte, Delta Mississippi y Cedar Keys, Tortugas, Martinique, De Morro Luz, Habana, St Viecent, Fowey Light, Florida, Eolis, de Cabo San Blas, Florida, Cabo Florida, St. Vincent Island (Steiner y Kabat, 2004).

Antalis berryi Smith y Gordon, 1948



- **Sinonimia:** *Dentalium berryi* Smith y Gordon, 1948.
- **Tamaño:** 47 mm de longitud.
- **Profundidad:** 38 a 298 m.
- **Diagnosis:** Presenta una muesca en forma de V, en la parte apical en la región cóncava, la concha es curva, con costillas longitudinales microscópicas que se desvanecen hacia la parte anterior.

Dentalium agassizi Sharp, 1897

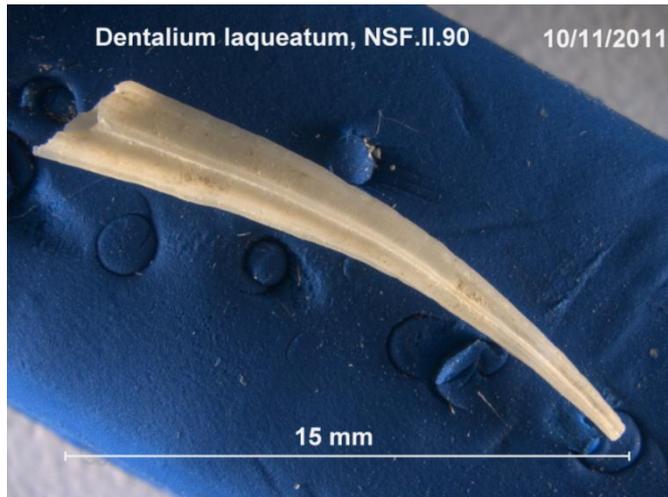


Imagen tomada de Keen, 1971.



- **Sinonimia:** *Dentalium (Dentalium) agassizi* Sharp, 1897.
- **Tamaño:** 65 mm de longitud (Keen, 1971).
- **Profundidad:** 589 a 2,320 m.
- **Diagnosis:** Simple, con una abertura oblicua y circular, translúcida y brillante (Keen, 1974).
- **Distribución general:** Pacífico Oriental: California a Panamá, isla de Santa Bárbara, Islas Galápagos, Golfo de Panamá (Keen, 1971; Abbott, 1974; Steiner y Kabat, 2004).

Dentalium invalidum Emerson, 1954



- **Sinonimia:** *Dentalium regulare*, *Dentalium laqueatum* var. (Henderson, 1920)
- **Tamaño:** 2.54 a 6.35 cm de largo.
- **Profundidad:** 7 a 366 m.
- **Diagnosis:** Concha gruesa, blanca, opaca, un tercio de la concha es curveada. Tiene de nueve a 12 costillas longitudinales, equidistantes, siendo notable la zona cóncava entre las costillas las cuales se desvanecen hacia la parte anterior; presenta reticulaciones toda la concha.
- **Distribución general:** Carolina del Norte a Florida del sur y Mar Caribe (Abbott, 1974), Jamaica (Steiner y Kabat, 2004).

Dentalium neohexagonum Sharp y Pilsbry, 1897

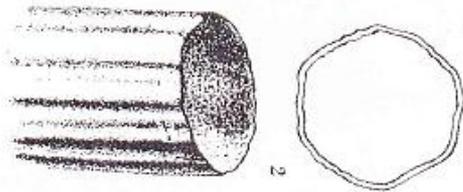
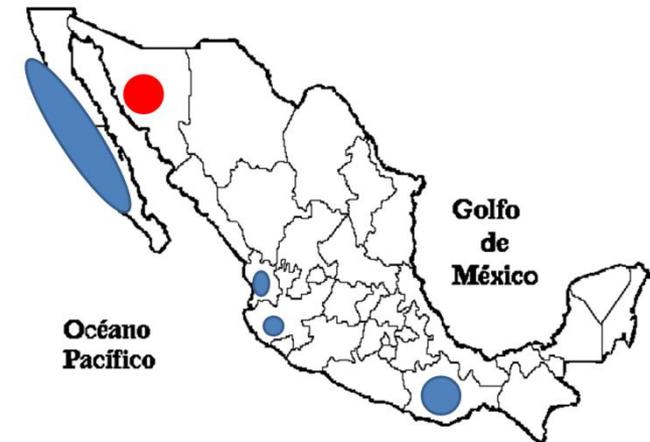


Imagen tomada de Keen, 1971.



- **Sinonimia:** *Dentalium (Dentalium) neohexagonum* (Sharp y Pilsbry, 1897).
- **Tamaño:** 25 a 35 mm de longitud (Keen, 1971).
- **Profundidad:** 2 a 256 m.
- **Diagnosis:** Concha moderadamente curvada, delgada, color blanco; escultura de seis costillas redondeadas gruesas, las cuales en la parte superior se reducen y redondean los ángulos. Abertura en las seis caras, con ángulos casi circulares. El orificio anal es ovalado, sin muesca o ranura. Los especímenes largos se encuentran en aguas profundas (Keen, 1971; Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Santa Bárbara, California a Isla Tiburón, Golfo de California (Keen, 1971).

Dentalium oerstedii Mörch, 1861



Orificio anterior

- **Sinonimia:** *Dentalium numerosum* (Dall, 1895).
- **Tamaño:** 40 mm de longitud.
- **Profundidad:** 4 a 1,480 m.
- **Diagnosis:** Ápice hexagonal, hacia el ápice las inter-costillas se desvanecen.
- **Distribución general:** Pacífico Oriental, Golfo de Nicoya, costa Oeste de Costa Rica, de California, Bahía Santa Elena, Ecuador, Islas Galápagos (Keen, 1971; Abbott, 1974; Steiner y Kabat, 2004).

Dentalium vallicolens Raymond, 1904

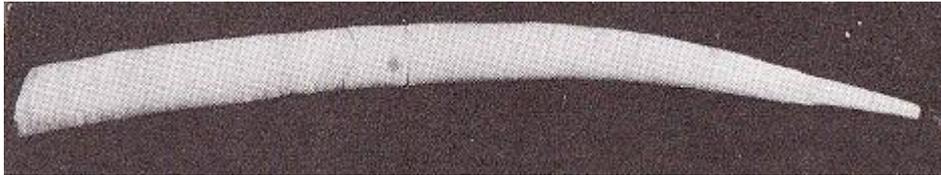
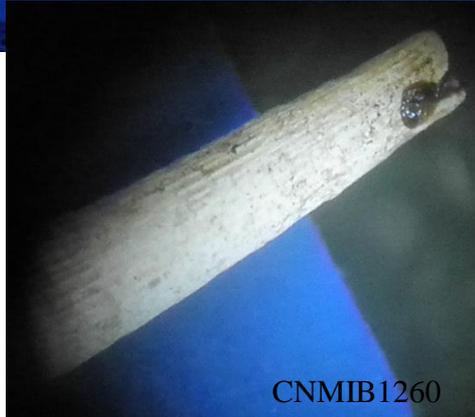


Imagen tomada de Abbott, 1974.



- **Tamaño:** 64 mm de longitud.
- **Profundidad:** 5 a 485 m.
- **Diagnosis:** Concha delgada, ligeramente curvada en la parte posterior, la parte media es casi recta; tiene un color crema-blanco brillante, con un color amarillento hacia la boca. El ápice es opaco y color carbón. En el ápice hay pocas líneas redondeadas longitudinales, siendo de siete a ocho son mas prominentes, y las líneas de tres a seis en cada inter-espacio son menos prominentes. La escultura desaparece hacia la parte anterior, excepto por estrías microscópicas, es común en grava fina y arena (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Bahía de Santa Mónica, a San Diego, California (Abbott, 1974; Keen 1971; Steiner y Kabat, 2004) .

Fissidentalium megathyris (Dall, 1890)



- **Sinonimia:** *Dentalium* (*Fissidentalium*) *ceras* (Watson, 1879).
- **Tamaño:** 99 mm de longitud.
- **Profundidad:** 1,467 a 4,300 m.
- **Diagnosis:** Concha arqueada gradualmente, con una muesca en el ápice, color blanco lechoso.
- **Distribución general:** Indo-Pacífico, del Mar Caribe al Este de Japón, oeste de Valparaíso, Chile, Galápagos (Steiner y Kabat, 2004).

Graptacme eborea (Conrad, 1846)



Imagen tomada de Abbott, 1974.



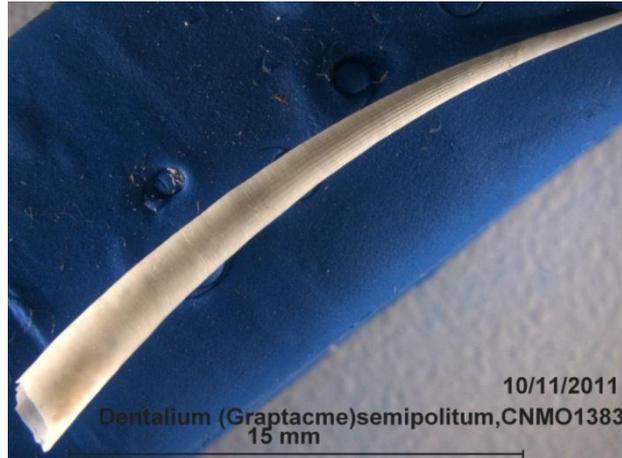
- **Sinonimia:** *Dentalium eboreum* Conrad, 1846; *Dentalium leptum* Bush en Verrill, 1885; *Dentalium matara* Dall, 1889; *Dentalium amaliense* Henderson, 1920.
- **Tamaño:** 2.54 a 6.35 cm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 0 a 195 m.
- **Diagnosis:** Concha brillante, color marfil blanco a rosado. Presenta una ranura apical profunda, estrecha ubicada en el lado convexo. El lado apical tiene 20 marcas longitudinales finas. (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Atlántico occidental, Carolina del Norte a Brasil y el Mar Caribe (Abbott, 1974; Steiner y Kabat, 2004).

Graptacme inversa (Deshayes, 1825)

- **Sinonimia:** *Dentalium inversum* Deshayes, 1825.
- **Tamaño:** 41.10 mm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 27 a 55 m.
- **Diagnosis:** Presenta costillas longitudinales, una ranura en el lado cóncavo del ápice, la concha es translúcida, delgada, se vuelve rojiza hacia el ápice (Barton, 1994).
- **Distribución general:** África, Senegal, Golfo de California. Del mar de Bering a Panamá (Abbott, 1974).

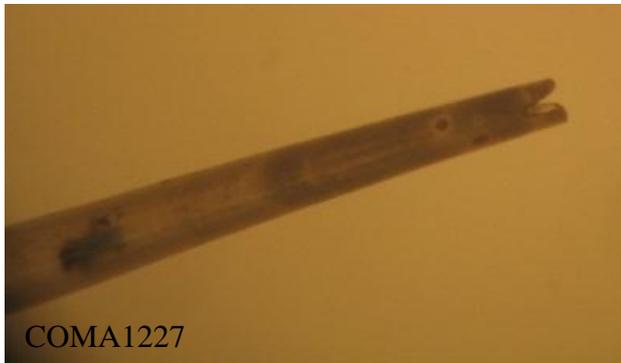


Graptacme semistriata (Turton, 1819)



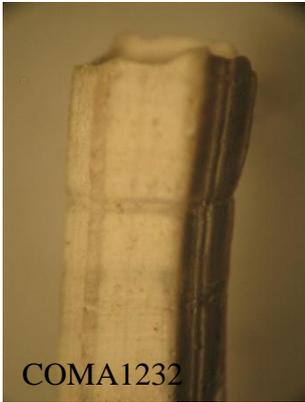
- **Sinonimia:** *Dentalium hannai* (Baker, 1925); *Dentalium (Graptacme) semipolatum* (Steiner y Kabat, 2004).
- **Tamaño:** 30 mm de longitud.
- **Profundidad:** 2 a 45 m.
- **Diagnosis:** Concha delgada, curvada, de blanco a blanco lechoso, brillante. Presenta estrías finas longitudinales casi homogéneas, desde el ápice a dos tercios del largo de la concha. Un tercio de la concha es liso brillante y pulido, el orificio apical no tiene muesca y es pequeño.
- **Distribución general:** Monterey, California hasta Bahía de Cocos, Costa Rica (Keen, 1971).

Graptacme splendida Sowerby, 1832



- **Sinonimia:** *Fustiaria (Laevidentalium) splendida* Sowerby, 1832.
- **Tamaño:** 45 mm de longitud.
- **Profundidad:** 2 a 110 m.
- **Diagnosis:** Concha lisa y delgada, con una ranura profunda en el ápice.
- **Distribución general:** Puerto Peñasco, Sonora, México a La Libertad, Ecuador (Keen, 1974). Pacífico Oriental, Colombia (Steiner y Kabat, 2004).

Paradentalium americanum (Chenu, 1843)



- **Sinonimia:** *Dentalium texasianum* Philippi, 1849; *Dentalium (Dentalium) picteti* (Pilsbry y Sharp, 1879).
- **Tamaño:** 1.9 a 3.81 cm de largo.
- **Profundidad:** 5 a 18 m.
- **Diagnosis:** Tiene una concha gruesa, curvada, hexagonal en sección transversal, blanca, grisácea, opaca. Con espacios planos y amplios entre las costillas. La subespecie *cestum* Henderson, 1920 de Texas tiene numerosas costillas mas pequeñas entre las 6 costillas principales, lo cual obscurece la sección hexagonal de la concha (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Carolina del Norte a Texas y el Mar Caribe (Abbott, 1974).

Tesseracme tesseragona (Sowerby, 1832)



- **Sinonimia:** *Dentalium tesseragonum* (Sowerby in Broderip y Sowerby, 1832).
- **Tamaño:** 31 mm de longitud.
- **Profundidad:** 2 a 146 m.
- **Diagnosis:** Las cuatro caras de la concha están esculpidas con cuatro a ocho líneas longitudinales en la parte media de la concha, el tercio anterior es liso.
- **Distribución general:** Pacífico Oriental, Golfo de Nicoya, Costa Rica; Xipixapi, Colombia, Ecuador (Keen, 1971; Steiner y Kabat, 2004).

Tesseracme hancocki Emerson, 1956



Imagen tomada de Keen, 1971.

- **Sinonimia:** *Dentalium (Tesseracme) hancocki* Emerson, 1956.
- **Tamaño:** 14 mm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 9 a 37 m.
- **Diagnosis:** La concha tiene valles entre las costillas mayores, con costillas que van de 16 a 20 costillas de menor tamaño en la parte media de la concha (Keen, 1971), presenta agujeros microscópicos en las placas intersticiales separando las estrías transversales (Abbott, 1974).



Tesseracme quadrangularis (Sowerby, 1832)

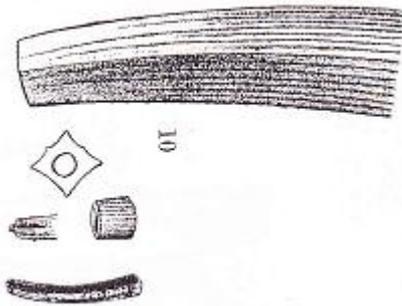


Imagen tomada de Keen, 1971.



- **Sinonimia:** *Dentalium (Dentalium) fisheri* Pilsbry y Sharp, 1897.
- **Tamaño:** 20 mm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 5 a 37 m.
- **Diagnosis:** Costillas pequeñas de 24 a 30 en la parte media de la concha, estrías cruzadas no agujeradas (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Punta del Golfo de California a La Libertad, Ecuador (Keen, 1971; Abbott, 1974).

Calliodentalium callipeplum Dall, 1889



- **Tamaño:** 5.08 a 7.62 cm de longitud.
- **Profundidad:** 46 a 4,000 m.
- **Diagnosis:** Concha muy brillante, color marfil con un tono salmón en la punta. Presenta una curvatura similar a una cimitarra, es circular en corte transversal. La muesca apical casi no es perceptible en la parte cóncava.
- **Distribución general:** Atlántico Occidental, Carolina del Sur, Florida, Mar Caribe, a Colombia (Steiner y Kabat, 2004).

Episiphon innumerabile (Pilsbry y Sharp, 1897)

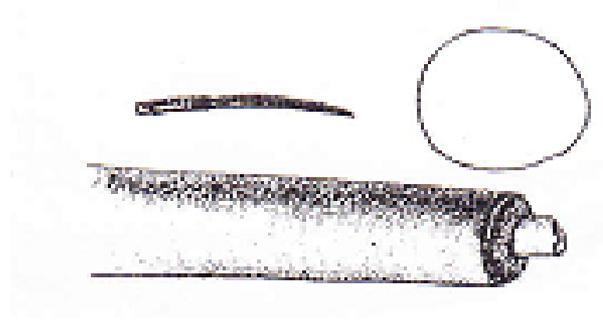


Imagen tomada de Keen, 1971.



- **Sinonimia:** *Dentalium (Rhabdus) cedrosense* Hertlein y Strong, 1951.
- **Tamaño:** 17 mm de longitud (Keen, 1971).
- **Profundidad:** 18 a 165 m.
- **Diagnosis:** Concha lisa, muy delgada, casi recta, similar a una aguja y la base del ápice presenta una extensión de la concha rota (Woodring, 1973).
- **Distribución general:** Sur de Guayaquil, Ecuador (Keen, 1971).

Episiphon sowerbyi (Guilding, 1834)

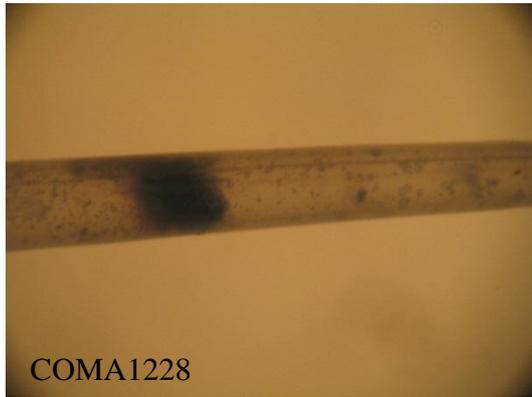


Imagen tomada de Abbott, 1974.



- **Sinonimia:** *Dentalium (Episiphon) sowerbyi pelliceri* (Henderson, 1920).
- **Tamaño:** 10 a 15 mm de largo (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 5 a 329.183 m.
- **Diagnosis:** Tiene forma de aguja, no es frágil, curvada, color blanco brillante, tiene varios anillos concéntricos en el ápice, no tiene ranura, pero presenta proyecciones hacia el interior (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Carolina del Norte y Florida a Texas y las Antillas menores (Abbott, 1974). Bahía Honda, Cuba (Steiner y Kabat, 2004).

Rhabdus rectius Carpenter, 1864



- **Sinonimia:** *Dentalium rectius* (Carpenter, 1864); *Rhabdus watsoni* (Pilsbry y Sharp 1897); *Rhabdus dalli* (Pilsbry y Sharp, 1897).
- **Tamaño:** 45 a 69 mm de longitud.
- **Profundidad:** 91 a 1,900 m.
- **Diagnosis:** Concha casi recta, blanco azulada y translúcida en ciertas zonas, brillante, lisa, delgada y larga, atenuándose hacia el ápice. Presenta manchas o anillos opacos, regularmente tiene incrustado un deposito rojizo cerca de la abertura anterior. El orificio apical es circular, pequeño y sin muesca.
- **Distribución general:** Pacífico Oriental, de Alaska a California, Panamá y del mar de Bering a Punta Aguja, Perú (Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Entalimorpha

Familia: Entalinidae

Bathoxiphus ensiculus Jeffreys, 1877



Imagen tomada de Abbott, 1974.



- **Sinonimia:** *Dentalium ensiculus* Jeffreys, 1877; *Dentalium sigsbeanum* Dall, 1881.
- **Tamaño:** 2.5 cm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 353 a 3,316 m.
- **Diagnosis:** La concha es de color blanco-grisaseo, arqueada, aplanada lateralmente, con una quilla ligera en los lados convexo y cóncavo. La abertura es oval, con una muesca muy amplia en el lado convexo (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Georges Banks, Massachusetts y del Oeste del Mar Caribe hasta el Oeste de Europa (Abbott, 1974).

Orden: Gadilida

Suborden:
Entalimorpha

Familia: Entalinidae

Costentalina tuscarorae Chistikov, 1982



Imagen tomada de Worldwide Mollusc Species Data base.



- **Sinonimia:** *Costentalina tuscarorae subcentralis* Chistikov, 1982.
- **Tamaño:** 14.7 mm.
- **Profundidad:** 4,370 a 6,065 m.
- **Diagnosis:** Ápice simple, curva ligeramente curveada y presenta ocho costillas (Scarabino, 1995).
- **Distribución general:** Indo-Pacífico y Pacífico Oriental: de Filipinas a California y México (Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilida
incertae sedis

Compressidens brevicornu (Pilsbry y Sharp, 1897)



Imagen tomada de Keen, 1971.



- **Sinonimia:** *Dentalium* (*Compressidens*) *brevicornu* (Sharp y Pilsbry, 1897).
- **Tamaño:** 9.5 mm de longitud (Steiner y Kabat, 2004).
- **Profundidad:** 1,159 a 1,820 m.
- **Diagnosis:** Ápice simple, concha pulida, con costillas similares a líneas de crecimiento poco conspicuas.
- **Distribución general:** Pacífico Oriental, Galápagos (Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Cadulus californicus Pilsbry y Sharp, 1898

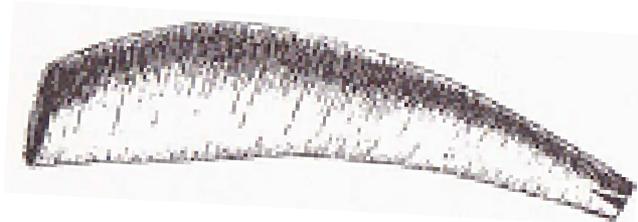


Imagen tomada de Abbott, 1974.



- **Tamaño:** 14 a 16 mm de longitud (Keen, 1971).
- **Profundidad:** 400 a 2,322 m.
- **Diagnosis:** Concha estrecha en la parte anterior, de color blanqui-azul, abertura sub-circular, oblicua y un orificio anal ovalado y largo (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Estrecho Clarence, Alaska, San Diego a Manta, Ecuador (Keen, 1971).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Cadulus macleani Emerson, 1978



- **Sinonimia:** *Cadulus (Platyschides) macleani* Emerson, 1978.
- **Tamaño:** 4.63 mm de longitud.
- **Profundidad:** 18 a 55 m.
- **Diagnosis:** El diámetro máximo se ubica en la parte media de la concha, esta es una característica típica del género *Cadulus* (Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Gadila aberrans (Whiteaves, 1887)



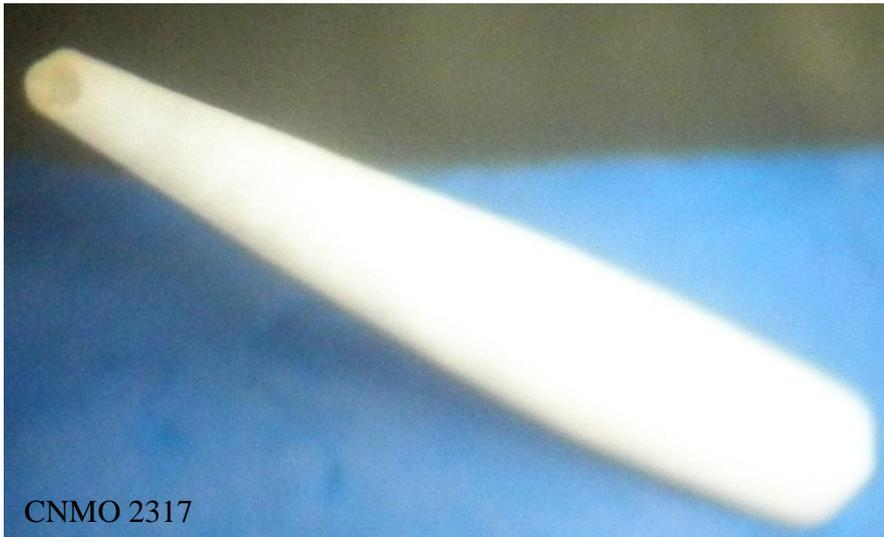
- **Sinonimia:** *Cadulus aberrans* Whiteaves, 1887; *C. hepburni* Dall, 1897; *C. fusiformis* Pilsbry y Sharp, 1898; *C. nitentior* Arnold, 1903.
- **Tamaño:** 13.5 mm de longitud.
- **Profundidad:** 7 a 365 m.
- **Diagnosis:** Ápice simple, circular con una abertura oblicua, concha color blanca traslúcida, delgada y brillante (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** Alaska a California del Sur (Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Gadila arctus (Henderson, 1920)



- **Sinonimia:** *Cadulus (Platyschides) arctus* (Henderson, 1920).
- **Tamaño:** Aproximadamente 10 mm de largo.
- **Profundidad:** 109 m.
- **Diagnosis:** Concha blanca, lisa, sin escultura y tiene un ápice circular.
- **Distribución general:** Atlántico Occidental, Cabo San Blas, Florida hasta el Mar Caribe (Steiner y Kabat, 2004).

Gadila austinclarki Emerson, 1951

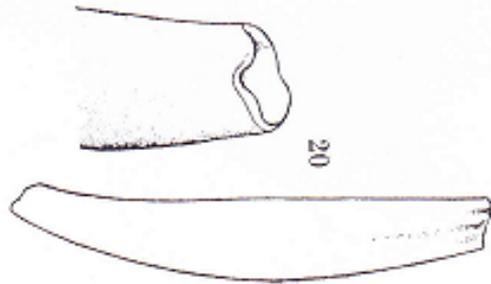


Imagen tomada de Keen, 1971.



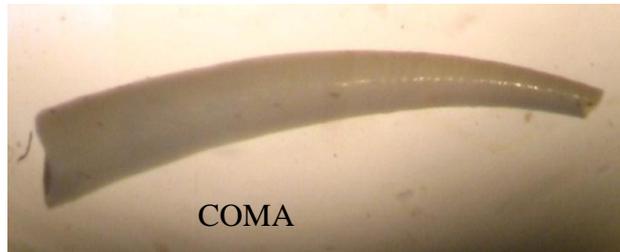
- **Sinonimia:** *Cadulus (Platyschides) austinclarki* Emerson, 1951.
- **Tamaño:** 4.4 mm de longitud (Keen, 1971).
- **Profundidad:** 2 a 73 m.
- **Diagnosis:** Ápice simple y concha lisa.
- **Distribución general:** Pacífico Oriental, de México a Panamá y Galápagos (Keen, 1971; Abbott, 1974; Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Gadila perpusilla (Sowerby, 1832)



- **Sinonimia:** *Dentalium corrugatum* Carpenter, 1857, nombre remplazado por *Cadulus (Gadila) panamensis* (Sharp y Pilsbry en Pilsbry y Sharp, 1898).
- **Tamaño:** 7 mm de longitud.
- **Profundidad:** 46 a 92 m.
- **Diagnosis:** El tercio del ápice presenta estrías, la concha es blanca y lisa.
- **Distribución general:** A través de Monterey, California al Golfo de California, Sur de la Bahía de Panamá y Ecuador (Keen, 1971; Abbott, 1974).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

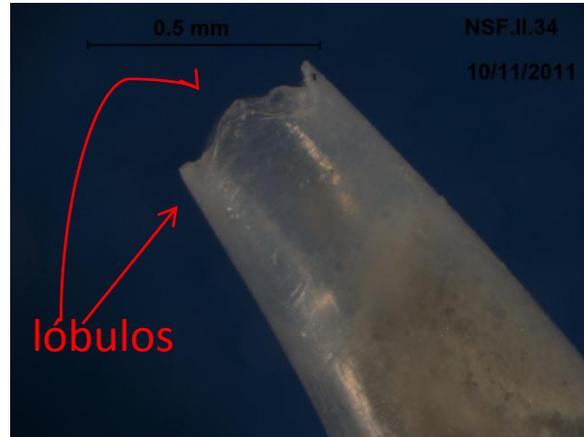
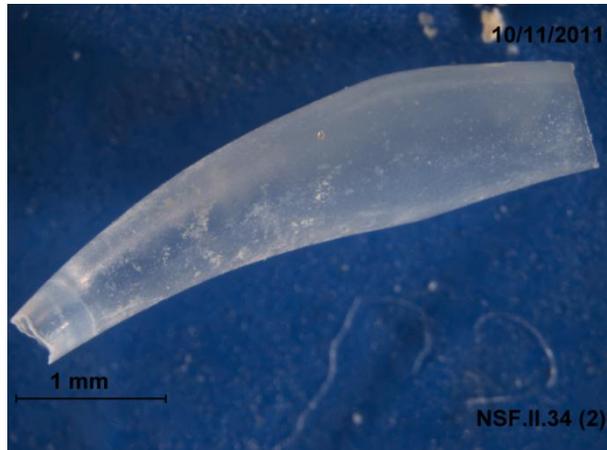
Familia: Gadilidae

Gadila tolmiei (Dall, 1897)



- **Sinonimia:** *Cadulus (Gadila) tolmiei* var. *newcombei* (Pilsbry y Sharp, 1898).
- **Tamaño:** 11 mm de largo (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** No especificada.
- **Diagnosis:** Ápice simple, ovalado, concha blanca y lisa.
- **Distribución general:** Isla de Vancouver, Columbia Británica a Baja California (Abbott, 1974).

Polyschides nitidus (Henderson, 1920)



- **Sinonimia:** *Cadulus (Platyschides) nitidus* (Henderson, 1920).
- **Tamaño:** aproximadamente 10 mm de largo.
- **Profundidad:** 94 m.
- **Diagnosis:** Presenta cuatro lóbulos apicales, dos laterales en la parte dorsal y dos en la ventral. Los lóbulos están separados por muescas. La forma cilíndrica es común entre el género *Cadulus*.
- **Distribución general:** Puerto Rico (Steiner y Kabat, 2004).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Polyschides quadrifissatus (Pilsbry y Sharp, 1898)

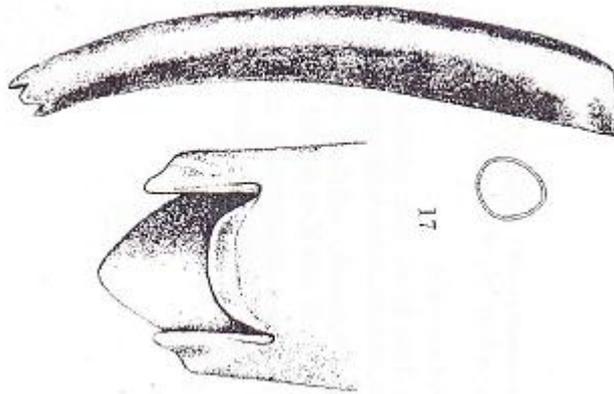


Imagen tomada de Keen, 1971.



- **Sinonimia:** *Siphonodentalium quadrifissatum* (Pilsbry y Sharp, 1898).
- **Tamaño:** 8.6 mm de longitud (Keen, 1971).
- **Profundidad:** 4 a 365 m.
- **Diagnosis:** Concha color azulado semitransparente, delgada y brillante.
- **Distribución general:** Bahía Monterey, California a Bahía los Frailes, Baja California, México. (Keen, 1971).

Polyschides rushii Pilsbry y Sharp, 1898



Imagen tomada de Abbott, 1974.



- **Tamaño:** 8.30 mm de largo (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 360 a 1,796 m.
- **Diagnosis:** Concha con cuatro lóbulos apicales y costillas lisas.
- **Distribución general:** Del Golfo de Maine a Carolina del Norte, Massachusetts a Florida (Abbott, 1974).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Polyschides tetraschistus (Watson, 1879)



- **Sinonimia:** *Siphonodentalium quadridentatum* Dall, 1881.
- **Tamaño:** 5 a 10 mm de largo.
- **Profundidad:** 5 a 91 m.
- **Diagnosis:** Concha blanca, redondeada en sección transversal, estrecha después de la abertura. El ápice tiene cuatro hendiduras muy marcadas.
- **Distribución general:** Carolina del Norte a ambos lados de Florida, Mar Caribe y Bermudas (Abbott, 1974).

Orden: Gadilida

Suborden:
Gadilimorpha

Familia: Gadilidae

Polyschides tetrodon (Pilsbry y Sharp, 1898)



Imagen tomada de Abbott, 1974.



- **Tamaño:** 5 a 10 mm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 2 a 183 m (Abbott, 1974).
- **Diagnosis:** La concha es delgada y un poco curvada, el lado convexo es notablemente arqueado, mientras que el cóncavo es más recto pero con una parte convexa en el tercio de la concha en relación a la abertura. La abertura es oblicua, el peristoma es chato y redondeado, el ápice presenta cuatro ranuras y cuatro lóbulos triangulares, siendo el del lado convexo es más alargado y ancho (Abbott, 1974).

Striocadulus albicomatus (Dall, 1890)



Imagen tomada de Keen, 1971.

- **Tamaño:** 24 mm de longitud (Abbott, 1974).
- **Profundidad:** 731 a 3,056 m.
- **Diagnosis:** Ápice con dos lóbulos, concha pulida con más de 100 costillas longitudinales muy finas (Abbott, 1974).
- **Distribución general:** De California a Ecuador (Abbott, 1974).



Bibliografía

- Abbott R.T. 1974. American Seashells, The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coast of North America, 2ª Ed. Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York, 663 pp.
- Barton J. A. 1994. Fishing for ivory worms: a review of ethnographic and historically recorded *Dentalium* source locations, Simon Fraser University, Master of arts in the department of archaeology. Burnaby, Columbia Britanica, Canadá, 187 pp.
- Gofas, S. 2012. Scaphopoda. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?=taxadetails&id=104> on 2012-09-22
- Scarabino, V. 1995. Scaphopoda of the tropical Pacific and Indian Oceans, with description of 3 new genera and 42 new species. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris* 167: 189-379.
- Steiner, G. y A. R. Kabat. 2004. Catalog of species-group names of Recent and fossil Scaphopoda (Mollusca). *Zoosystema*, 26(4): 549–726.
- Keen, M. 1971. Seashells of Tropical West America. Stanford. University Press, 1080 pp.
- Woodring W.P. 1973. Geology and paleontology of Canal Zone and adjoining parts of Panama. Description of tertiary mollusks (Additions to gastropods, scaphopods, pelecypods: Nuculidae to Malleidae). Geological Survey Profesional Paper 306-E: 453-539.