

## NOTA DE ACEPTACIÓN

-----  
-----  
-----  
-----

-----

Director de programa

-----

Jurado

-----

Jurado



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

NEMERTINOS BENTÓNICOS ASOCIADOS AL LITORAL ROCOSO EN LA REGIÓN DE SANTA MARTA. UN ENFOQUE MORFOLÓGICO Y MOLECULAR

Proyecto sometido en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título profesional de BIÓLOGO

Presentado por:

JAIME ALBERTO GONZALEZ CUETO

Director:

SIGMER QUIROGA, Ph.D.

Co-Director:

LYDA CASTRO, Ph.D.

Asesor:

JON L. NORENBURG, Ph.D.

Chair and Research Zoologist Smithsonian  
National Museum of Natural History

SANTA MARTA D.T.C.H.

2013

## DEDICATÓRIA

A mi madre que me enseñó lo que en ninguna universidad se puede aprender, buenos sentimientos, hábitos y valores que me ayudan a salir siempre adelante y a mirar hacia arriba a pesar de las dificultades. Mamá gracias por demostrarme tu cariño y apoyo incondicional y por estar siempre conmigo a pesar de nuestras opiniones diferentes. Leda, te amo infinitamente.

A mi hermana que siempre ha estado junto a mí y me ha cuidado y apoyado con ternura y amor. Gracias hermana por ser una parte fundamental de mi vida.

A Carlos Troncoso que con sus buenos consejos y apoyo devoto ha sabido ayudarme y me ha cuidado desde niño.

A la memoria de mi padre, que aunque se encuentre ausente siento que está conmigo mirándome y guiándome por los mejores caminos. Papí aunque nos faltó vivir muchas cosas juntos sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A la memoria de Wesley Coe, un ejemplo de vida y dedicación en el trabajo sobre los Nemertinos.

A mi amigo, compañero y tutor Sigmer Quiroga quien ha sido un apoyo a lo largo de mi carrera y me ha ayudado a conseguir este y muchos triunfos, hoy sé que estas orgulloso de mí y de tus estudiantes y estas contento por las personas en las cuales nos hemos convertido.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco profundamente a los profesores Marcela Bolaños, Gustavo Manjarrez, Sandra Vilardy, Roberto Guerrero, Lina Saavedra, María Negritto, Juan Junoy, Joseph Dunn y Juan Manuel Renjifo; a los biólogos Rosana Londoño, Cristina Cedeño, Moisés Arques, Sandra Estrada, María Conde, Ana Lagos, Jaiber Solano, Julián Quintero y Sebastián Hernández, y a los estudiantes de biología Anisbeth Daza, Darlim Botto, Mariela Ramos, Pedro Prado, María Victoria León, Martin Caicedo, Cindy Guete y Julio Pernet por sus contribución y ayuda.

Un especial agradecimiento al educador y conferencista Jorge Duque Linares. Jorge gracias por tu compromiso con la educación colombiana y por tus palabras reconfortantes que nos levantan el ánimo cuando este decae con las dificultades.

Este trabajo fue financiado por el Programa de Semilleros de Investigación de la Universidad del Magdalena y la Fundación Alejandro Ángel Escobar, entidades a las que extiendo mis más sinceros agradecimientos.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Lista de Figuras	.....	i
2.	Lista de Tablas	.....	ii
3.	Resumen	.....	iii
4.	Abstract	.....	iv
5.	Introducción	.....	1
6.	Hipótesis	.....	5
7.	Objetivos	.....	5
8.	Metodología	.....	6
	8.1 Sitios de colecta	.....	6
	8.2 Fase de Campo	.....	7
	8.3 Fase de Laboratorio	.....	7
	8.4 Análisis de la información	.....	8
	8.5 Material biológico	.....	9
9.	Resultados y discusión	.....	9
10.	Conclusiones	.....	32
11.	Referencias	.....	33

## 1. LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Esquema de varios tipos de nemertinos bentónicos marinos en donde se indican algunas de sus estructuras, modificado de Hyman (1951). A. morfología general de *Lineus ruber*. B. vista lateral de la región cefálica de *Lineus ruber*. C. *Procephalothrix spiralis*. D. región cefálica de *Procephalothrix spiralis*. E) *Amphiporus bimaculatus*. F, G y H. Lóbulos cefálicos de *Amphiporus angulatus*, *Tubulanus* sp., y *Amphiporus bimaculatus*, respectivamente. 1 ocelos, 2 hendidura cefálica, 3 boca, 4 poro de la probóscide, 5 rincodeo, 6 probóscide, 7 rincocelo, 8 surcos cefálicos.

**Figura 2.** Esquema de varios tipos de nemertinos bentónicos y pelágicos marinos en donde se indican algunas de sus estructuras, modificado de Hyman (1951). A. *Cerebratulus*. B. vista lateral del lóbulo de *Cerebratulus*. C. vista ventral del lóbulo cefálico de *Cerebratulus*. D. Nemertino pelágico (macho), *Nectonemertes mirabilis*. E. *Nectonemertes mirabilis* (hembra). 1 cirro caudal, 2 hendidura cefálica, 3 abertura del órgano cerebral, 4 boca, 5 probóscide estirada, 6 testículos, 7 cirros o tentáculos, 8 intestino con ramas laterales, 9 aleta lateral, 10 aleta posterior, 11 papilas sensoriales, 12 cerebro, 13 ovarios.

**Figura 3.** Mapa de la región de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona mostrando los sitios de colecta.

**Figura 4.** (A, B) *Tubulanus rhabdotus*: (B) detalle de la cabeza, boca y órgano lateral (modificado de Corrêa 1954). (C-E) *Baseodiscus delineatus*: (C) gusano completo con la probóscide evertida, (D) Detalle ventral de la cabeza, (E) Detalle dorsal de la cabeza. (F-I) *Dushia* cf. *atra*: (G) detalle dorsal de la cabeza, (H) detalle ventral de la cabeza, (I) detalle de la sección posterior mostrando el cirro caudal. (J-L) *Lineus stigmatus*: (J) gusano completo, (K) detalle ventral de la cabeza, (L) Vista lateral de la cabeza. *b* boca, *c* cirro caudal, *l* órgano lateral, *o* ocelos, *p* probóscide, *pp* poro de la probóscide, *s* surco cefálico.

**Figura 5.** (A-C) *Micrura chlorapardalis*: (A) Gusano completo con la probóscide evertida, (B) Detalle dorsal de la cabeza, (C) Detalle ventral de la cabeza. (D-G) *Micrura ignea*: (D) Gusano completo, el ejemplar ha expulsado la probóscide, (E) Detalle dorsal de la cabeza, (F) Detalle ventral de la cabeza, (G) Detalle de la parte posterior mostrando el cirro caudal. (H-J) *Amphiporus cruentatus*: (H) Gusano completo, (I) Detalle dorsal de la cabeza, (J) Detalle del estilete central y estiletos accesorios. (K-M) *Amphiporus* cf. *ochraceus*: (K) Gusano completo, (L) Detalle dorsal de la cabeza, (M) Diagrama del estilete central. *b* boca, *ba*, base del estilete, *c* cirro caudal, *ce* cerebro, *e* estilete, *ea* estilete accesorio, *o* ocelos, *p* probóscide, *pp* poro de la probóscide, *s* surco cefálico, *v* vaso sanguíneo.

**Figura 6.** (A-C) *Amphiporus texanus*: (A) Gusano completo, (B) Detalle dorsal de la cabeza, (C) Detalle del estilete. (D-F) *Zygonemertes fragariae*: (D) Gusano completo (E) Detalle dorsal de la cabeza, (F) Detalle del estilete. (G-I) *Zygonemertes virescens*: (G) Gusano completo, (H) Detalle dorsal de la cabeza y la probóscide, (I) Detalle del estilete. (J-L) *Nemertopsis bivittata*: (J) Gusano completo, (K) Detalle dorsal de la cabeza y la probóscide, (L) Detalle del estilete. (M-O) *Ototyphlonemertes erneba*: (M) Gusano completo, (N) Detalle del estilete, (O) Detalle del estatocisto. *ba* base del estilete, *ce* cerebro, *e* estilete, *ea* estilete accesorio, *o* ocelos, *p* probóscide, *pp* poro de la probóscide, *es* estatocisto.

**Figura 7.** (A-C): *Ototyphlonemertes lactea* (A) Gusano completo, (B) Detalle de los estatocistos, (C) Detalle del estilete. (D-E) *Tetrastemma* sp. 1: (D) Gusano completo, (E) Detalle dorsal de la cabeza. (F-G) *Tetrastemma* sp. 2: (F) Gusano completo, (G) Detalle dorsal de la cabeza y la proboscide. (H-J) *Tetrastemma* sp. 3: (H) Gusano completo, (I) Detalle dorsal de la cabeza, (J) detalle del estilete. (K-M) Cratenemertidae sp.: (K) Gusano completo, (L) Detalle dorsal de la cabeza y la proboscide, (M) Detalle del estilete. (N-O) *Punnettia* cf. *natans*: (N) Gusano completo, (O) Detalle dorsal de la cabeza. *ba base del estilete, ce cerebro, cr crestas epiteliales, e estilete, ea estilete accesorio, es estatocisto, o ocelos, p probóscide, pp poro de la probóscide, s surco cefálico.*

Figura. 8. Ilustración de la heterogeneidad de las secuencias obtenidas a partir de un fragmento del gen COI. Los perfiles de COI fueron realizados mediante la herramienta en línea FINGERPRINT. A. *Amphiporus texanus*; B. Cratenemertidae sp.; C. *Micrura ignea*; D. *Nemertopsis bivittata*; E. *Ototyphlonemertes lactea*; F. *Zygonemertes virescens*.

## 2. LISTA DE TABLAS

**Tabla 1.** Nemertinos de la costa Caribe de Colombia. La sistemática está basada en los trabajos de Thollesson & Norenburg (2003) y Chernyshev (2003). Los especímenes fueron depositados en el Centro de Colecciones Biológicas de la Universidad del Magdalena”. Localidades: (BC) Bahía Concha, (II) Inca-Inca, (TA) Taganga, (GU) Guajira. Hábitats: (1) debajo de rocas en sustrato fangoso, (2) debajo de rocas limpias, (3) intersticial, (4) grietas de rocas, (5) rocas con esponjas.

**Tabla 2.** Composición nucleotídica en seis especies de nemertinos, los promedios de uso de bases están resaltados en negrita.

**Tabla 3.** Matriz de divergencia intra e interespecífica en seis especies de nemertinos de la región de Santa Marta, el grupo externo está resaltado en negrita. En negro se encuentran los valores absolutos de diferencias de las intersecciones y en azul se muestran los errores estándares para cada intersección. Los datos fueron obtenidos usando el modelo de distancia K2P.

### 3. RESUMEN

Los nemertinos son animales bilaterales, no segmentados, cuya característica principal es poseer una probóscide retráctil, alojada en una cavidad celómica independiente del sistema digestivo, conocida como rincocelo. De las 1275 especies descritas, 36 han sido reportadas para el Mar Caribe, y de estas, tres para Colombia: *Ototyphlonemertes erneba*, *Ototyphlonemertes lactea* y *Baseodiscus mexicanus*. Aunque en estudios realizados sobre ecosistemas bentónicos de Colombia los nemertinos son abundantes, estos son reportados simplemente como "Nemertea". En esta investigación, 61 ejemplares fueron colectados en litorales rocosos de Santa Marta (Inca-Inca, Bahía Concha y Taganga), estos fueron identificados basados en caracteres morfológicos como: color y forma, presencia de surcos, cirros, ocelos y disposición de la musculatura, vasos sanguíneos y cordones nerviosos. Se encontraron 19 especies: *Amphiporus cruentatus*, *Amphiporus* cf. *ochraceus*, *Amphiporus texanus*, *Baseodiscus delineatus*, Cratenemertidae sp., *Dushia* cf. *atra*, *Lineus stigmatus*, *Micrura ignea*, *Micrura chlorapardalis*, *Nemertopsis bivittata*, *Ototyphlonemertes erneba*, *Ototyphlonemertes lactea*, *Punnettia* cf. *natans*, *Tetrastemma* sp.1, *Tetrastemma* sp.2, *Tetrastemma* sp.3, *Tubulanus rhabdotus*, *Zygonemertes fragariae* y *Zygonemertes virescens*, las cuales pertenecen a nueve familias: Amphiporidae, Cratenemertidae, Drepanophoridae, Emplectonematidae, Lineidae, Ototyphlonemertidae, Tetrastemmatidae, Tubulanidae y Valencinidae. A seis de estas especies (*A. texanus*, Cratenemertidae sp., *M. ignea*, *N. bivittata*, *O. lactea*, *Z. virescens*) se les realizó un análisis molecular de código de barras genético con base en la secuenciación de un fragmento del gen que codifica para la subunidad uno de la enzima Citocromo C Oxidasa. 17 especies representan nuevo registros para Colombia: *Amphiporus cruentatus*, *Amphiporus* cf. *ochraceus*, *Amphiporus texanus*, *Baseodiscus delineatus*, Cratenemertidae sp., *Dushia* cf. *atra*, *Lineus stigmatus*, *Micrura ignea*, *Micrura chlorapardalis*, *Nemertopsis bivittata*, *Punnettia* cf. *natans*, *Tetrastemma* sp.1, *Tetrastemma* sp.2, *Tetrastemma* sp.3, *Tubulanus rhabdotus*, *Zygonemertes fragariae* y *Zygonemertes virescens*. *Dushia* cf. *atra* fue la especie más común y abundante. La nemertifauna encontrada en la región de Santa Marta parece ser un solapamiento de las especies presentes en la Florida, Golfo de México y Centroamérica, con las que se encuentran en Brasil; esto puede ser explicado por la convergencia de corrientes como: Guyana, Caribe, Norte de Brasil y la contracorriente de Panamá-Colombia en el área de estudio. Este trabajo representa el primer aporte a la taxonomía de los nemertinos en Colombia; las imágenes de alta calidad contenidas en el documento, la clave taxonómica, las descripciones cortas y los códigos de barras genéticos, constituyen información útil para las investigaciones que se realicen sobre los ecosistemas bentónicos en el país y el desarrollo de futuras investigaciones sobre distintos aspectos de la biología de estos organismos.



#### 4. ABSTRACT

Nemerteans are bilateral, non-segmented animals. Their main characteristic is the presence of an eversible proboscis inside a coelomic cavity separated from the digestive system (Rhynchocoel). Out of 1275 described species, 36 have been recorded for the Caribbean Sea, and from these, three are reported for Colombia: *Ototyphlonemertes erneba*, *Ototyphlonemertes lactea* and *Baseodiscus mexicanus*. Although nemerteans seem to be abundant in studies related to benthic ecosystems in Colombia, they have been reported simply as "Nemertea". In this work, 61 specimens of nemerteans were collected from the rocky littoral of Santa Marta (Inca-Inca, Bahía Concha and Taganga). These were identified based on morphological characters such as: color and shape, presence of grooves, cirrus, ocelli, and disposition of the muscles, blood vessels, and nerve cords. 19 species were found: *Amphiporus cruentatus*, *Amphiporus* cf. *ochraceus*, *Amphiporus texanus*, *Baseodiscus delineatus*, Cratenemertidae sp., *Dushia atra*, *Lineus stigmatus*, *Micrura ignea*, *Micrura chlorapardalis*, *Nemertopsis bivittata*, *Ototyphlonemertes erneba*, *Ototyphlonemertes lactea*, *Punnettia* cf. *natans*, *Tetrastemma* sp.1, *Tetrastemma* sp.2, *Tetrastemma* sp.3, *Tubulanus rhabdotus*, *Zygonemertes fragariae*, and *Zygonemertes virescens*. These species belong to nine different families: Amphiporidae, Cratenemertidae, Drepanophoridae, Emplectonematidae, Lineidae, Ototyphlonemertidae, Tetrastemmatidae, Tubulanidae and Valencinidae. DNA barcodes were obtained for six species (*A. texanus*, Cratenemertidae sp., *M. ignea*, *N. bivittata*, *O. lactea*, *Z. virescens*). Although, the primary focus of this work was taxonomic, it is worth to mention that *D. atra* was the most frequent and abundant species. 17 species represent new records: *Amphiporus cruentatus*, *Amphiporus* cf. *ochraceus*, *Amphiporus texanus*, *Baseodiscus delineatus*, Cratenemertidae sp., *Dushia* cf. *atra*, *Lineus stigmatus*, *Micrura ignea*, *Micrura chlorapardalis*, *Nemertopsis bivittata*, *Punnettia* cf. *natans*, *Tetrastemma* sp.1, *Tetrastemma* sp.2, *Tetrastemma* sp.3, *Tubulanus rhabdotus*, *Zygonemertes fragariae*, and *Zygonemertes virescens*. The diversity of nemerteans in Colombia seems to overlap with the nemertean fauna from Florida and Brazil. This could be explained by the convergence of the North Brazil current, Guiana current, Caribbean currents, and the Panama-Colombia contracurrent in the sampled region. This paper represents the first contribution to the taxonomy of nemerteans in Colombia. High quality images displayed in the document together with the taxonomic key, short descriptions, and genetic barcodes, are helpful information for future research regarding benthic ecosystems in the country and also for further studies about the biology of these organisms.

## 5. INTRODUCCIÓN

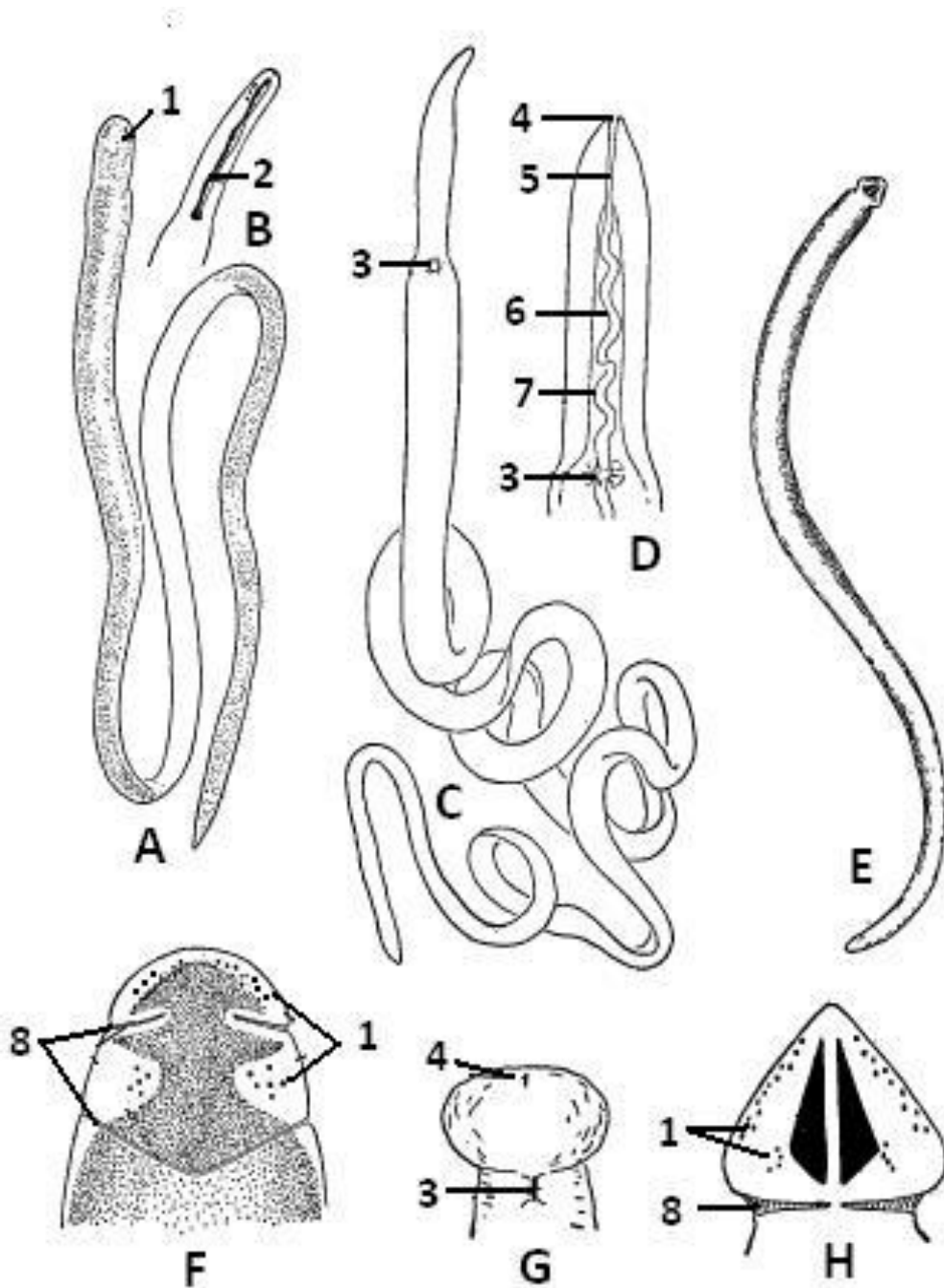
Colombia es uno de los ocho países megadiversos de Latinoamérica y junto con Indonesia, Brasil y México posee la mayor diversidad de especies en el mundo (Díaz & Acero 2003, Salazar *et al.* 2008). Aunque se han realizado un sin número de esfuerzos para conocer la gran diversidad marina del país, estos se han concentrado solo en algunos grupos biológicos como esponjas, corales, moluscos, crustáceos, peces y algas (Díaz & Acero 2003). Esto ocasiona que hoy en día exista escasa o ninguna información sobre otros grupos de organismos que podrían ser hasta un 50% más diversos que los que por tradición o por facilidad en su estudio son ampliamente abordados (Díaz & Acero 2003).

Los nemertinos son un ejemplo de estos grupos que han sido subestimados y consisten en un phylum de metazoos bilaterales, no segmentados, que poseen como sinapomorfía una probóscide retráctil alojada en una cavidad celómica independiente del sistema digestivo conocida como rincocele (Turbeville 2002; Struck & Fisse 2008) (Figs.1 y 2). Se estima que 1275 especies han sido descritas (Kajihara *et al.* 2008); para el Mar Caribe se reportan 36 (Corrêa 1961, 1963; Kirsteuer 1977; Schwartz & Norenburg 2005), y hasta la fecha para Colombia solo existen tres registros: *Baseodiscus mexicanus*, *Ototyphlonemertes erneba* y *Ototyphlonemertes lactea* (Coe 1940; Kirsteuer 1977). En Colombia, aunque los registros de nemertinos son escasos y trabajos específicos en estos animales no han sido realizados, se sabe que como *phylum* son importantes componentes de los ecosistemas, por ejemplo: López (1981) reportó a los nemertinos como muy abundantes en Bahía Colombia y Bahía Grande (Golfo de Urabá), Dueñas (1998) registró numerosos ejemplares en las bahías de Chengue, Punta Betín e Inca-Inca, Otero y Romaní (2009) encontraron nemertinos asociados a pastos marinos en el Golfo de Morrosquillo, Sánchez (2010) registró los nemertinos con una abundancia del 2% en la bahía de Taganga, sin embargo, en ninguno de estos trabajos se alcanzó una resolución taxonómica detallada y simplemente se reportaron como nemertinos o Nemertea.

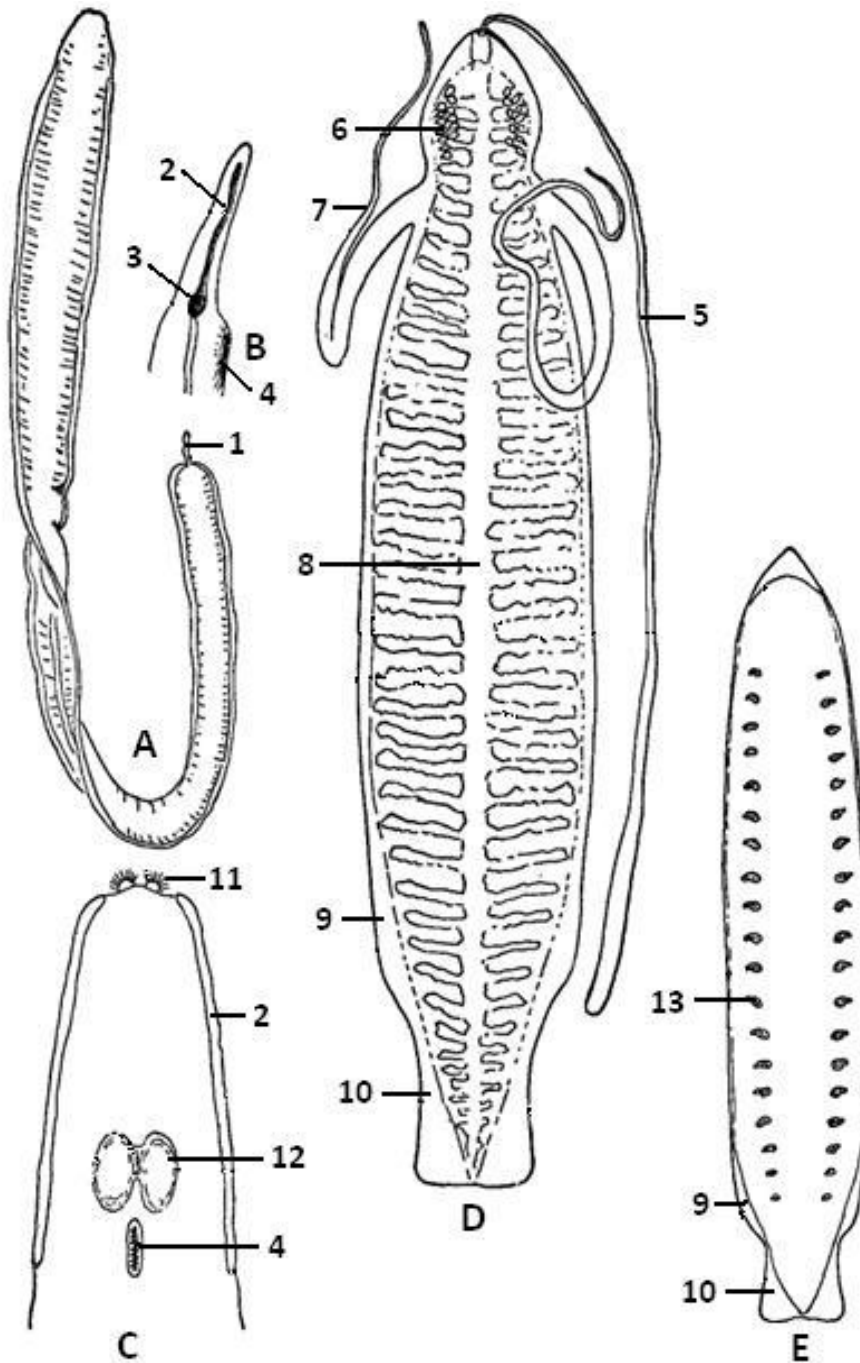
La filogenia tradicional del grupo (válida por más de cinco décadas) reconoce dos clases: Anopla (Palaeonemertea+Heteronemertea) y Enopla (Hoploneemertea+Bdellonemertea), distinguidas principalmente por la presencia o ausencia de estiletes y boca, disposición de la musculatura, cordones nerviosos y vasos sanguíneos (Hyman 1951). Con base en análisis de secuencias de ADN, se han logrado establecer algunas relaciones de orden superior, aunque a nivel de familia, género y especie los vínculos no son claros (Thollesson & Norenburg 2003; Schwartz 2009; Andrade *et al.* 2011a). Actualmente, se reconoce la naturaleza monofilética de Heteronemertea y Hoplonemertea, pero Palaeonemertea se muestran como polifilético con algunos linajes basales dentro del grupo y Bdellonemertea se considera como un grupo especializado de Hoplonemertea, (Thollesson & Norenburg 2003; Andrade *et al.* 2011a).

La taxonomía de los nemertinos es compleja e involucra un arduo esfuerzo por parte de los investigadores; para identificar a los nemertinos hay que realizar estudios exhaustivos y detallados de las características morfológicas externas como color, forma del cuerpo, presencia de ocelos, surcos o cirros, entre otros (Norenburg 2009). En las especies que poseen pocas variaciones en sus características externas se utilizan métodos histológicos donde se reconocen las distintas capas de tejidos y la posición de los mismos, y en algunas otras ocasiones hay que complementar estos análisis morfológicos con moleculares (Norenburg 2009). Otras dificultades que se presentan en la taxonomía de este *phylum* es la falta de claves taxonómicas, que refleja una

carencia expertos y una poca variación morfológica disponible para una diagnosis fiable de géneros y familias (Gibson 1985, Schwartz y Norenburg 2001, Maslakova y Norenburg 2008).



**Figura 1.** Esquema de varios tipos de nemertinos bentónicos marinos en donde se indican algunas de sus estructuras, modificado de Hyman (1951). A. morfología general de *Lineus ruber*. B. vista lateral de la región cefálica de *Lineus ruber*. C. *Procephalothrix spiralis*. D. región cefálica de *Procephalothrix spiralis*. E) *Amphiporus bimaculatus*. F, G y H. Lóbulos cefálicos de *Amphiporus angulatus*, *Tubulanus* sp., y *Amphiporus bimaculatus*, respectivamente. 1 ocelos, 2 hendidura cefálica, 3 boca, 4 poro de la probóscide, 5 rinceo, 6 probóscide, 7 rinceo, 8 surcos cefálicos.



**Figura 2.** Esquema de varios tipos de nemertinos bentónicos y pelágicos marinos en donde se indican algunas de sus estructuras, modificado de Hyman (1951). A. *Cerebratulus*. B. vista lateral del lóbulo de *Cerebratulus*. C. vista ventral del lóbulo cefálico de *Cerebratulus*. D. Nemertino pelágico (macho), *Nectonemertes mirabilis*. E. *Nectonemertes mirabilis* (hembra). 1 cirro caudal, 2 hendidura cefálica, 3 abertura del órgano cerebral, 4 boca, 5 probóscide estirada, 6 testículos, 7 cirros o tentáculos, 8 intestino con ramas laterales, 9 aleta lateral, 10 aleta posterior, 11 papilas sensoriales, 12 cerebro, 13 ovarios.

Hebert *et al.* (2003) propusieron un sistema de identificación de especies basado en secuencias de ADN que sirven de etiquetas o “Códigos de barras genéticos”. Estos códigos, generados a partir de secciones del gen que codifica para la subunidad uno de la enzima citocromo C oxidasa, permiten en principio, una fácil y relativamente confiable identificación de especies, eliminando los problemas de la taxonomía clásica y permitiendo la identificación especies a partir de fragmentos, muestras digeridas y estados tempranos de desarrollo (Hebert & Gregory 2005; Weigt *et al.* 2012).

A nivel mundial, sobre los nemertinos se conocen muchos aspectos de su ecología, taxonomía, filogenia, etc. pero aun así siguen faltando investigaciones relacionadas con la biología de estos organismos (Gibson 1998, Turbeville 2002). Los estudios más recientes que se han realizado en estos animales han sido enfocados hacia la resolución de problemas filogenéticos empleando caracteres morfológicos, moleculares o una combinación de ambos v.g. los trabajos realizados por Turbeville & Ruppert (1985), Turbeville *et al.* (1992), Maslakova & Norenburg (2001), Schwartz & Norenburg (2001), Thollessen & Norenburg (2003), Struck & Fisse (2008), Schwartz (2009), Andrade *et al.* (2011a), Beckers (2012), entre otros.

En áreas como la medicina y la farmacología se han realizado investigaciones donde se abordan los procesos regenerativos en los tejidos de los nemertinos, buscando aplicar los conocimientos adquiridos en el mejoramiento de la salud humana (Coe 1929, 1930, 1932, 1934a, 1934b, Zhuravleva *et al.* 1970, Bierne 1980, 1990). De las toxinas que se encuentran en las glándulas de la epidermis y la probóscide, se han aislado alcaloides y proteínas que han sido propuestas y usadas como terapia experimental en el tratamiento del cáncer y enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson, Alzheimer, Huntington, etc (Kem 1971, 1976, Kem *et al.* 1971, 1976, 1997, 2004, 2006).

Regiones del ADN mitocondrial como COI y 16S, han sido objeto de estudio en nemertinos, encontrándose trabajos como los de Strand & Sundberg (2005), Sundberg & Strand (2007), Mateos & Giribet (2008), Thornhill *et al.* (2008), Andrade *et al.* (2011a 2011b), Kajihara *et al.* (2011), entre otros. Genomas mitocondriales parciales y completos se han amplificado en especies como *Cephalothrix simula*, *Lineus viridis*, *Zygeupolia rubens*, *Paranemertes* cf. *Peregrina*, *Nectonemertes* cf. *mirabilis*, *Cephalothrix* sp. y *Cephalothrix rufifrons* (Chen *et al.* 2009, 2011, 2012; Podsiadlowski *et al.* 2009; Turbeville & Smith 2007).

Los trabajos realizados exclusivamente sobre la taxonomía de los nemertinos en el Atlántico americano y el Caribe, incluyen la descripción de nuevas especies, el registro en varias localidades y algunas claves o caracteres diagnósticos para su identificación. Entre las investigaciones más sobresalientes se encuentran: Coe (1943, 1951), Corrêa (1948, 1949, 1950, 1954, 1955, 1957, 1958, 1961, 1963, 1966), Gibson (1973), Kirsteuer (1973, 1974, 1977), Santos (1974), Schwartz y Norenburg (2005), Santos *et al.* (2006) y Norenburg (2009).

Esta investigación tuvo como propósito caracterizar morfológica y molecularmente los nemertinos que se encuentran asociados al litoral rocoso del área de Santa Marta, generando un catálogo fotográfico, una clave taxonómica, una colección de referencia y unos códigos de barras genéticos que faciliten el trabajo de los investigadores interesados en el grupo, lo que significa un gran aporte para el conocimiento de la biodiversidad del país y la generación de información básica para la realización de futuras investigaciones en otros campos de la biología, pues se ha demostrado su importancia en las redes tróficas por sus hábitos depredadores y su papel fundamental en la estructuración de las comunidades de invertebrados en los ecosistemas bentónicos (Roe 1976, Thiel & Kruse 2001, McDermott 2001, Caplins & Turbeville 2011); la economía, ya que algunas

especies ejercen presión sobre invertebrados de importancia comercial como el cangrejo *Dungeness* spp. y la almeja *Mya arenaria*, diezmando las poblaciones y causando pérdidas económicas notorias; además de esto, algunas especies como *Cerebratulus lacteus* y *Polybrachiorhynchus dayi* son utilizadas como cebo en la pesca deportiva (Wickham 1979; Bourque *et al.* 2001, Beal 2006; McDermott 2001); en medicina, toxicología y farmacología, también son importantes ya que por su reproducción asexual mediante fragmentación y sus potentes toxinas, se emplean en varias terapias medicinales y en estudios de células madres (Coe 1934a, b; Kem *et al.* 2006).

## 6. HIPÓTESIS

La riqueza de nemertinos del litoral rocoso de la región de Santa Marta, estará representada por las especies que han sido registradas para otras localidades del Caribe y del Atlántico en Brasil: *Amphiporus texanus*, *Baseodiscus delineatus*, *Baseodiscus discolor*, *Baseodiscus unicolor*, *Carcinonemertes immunuta*, *Carinoma caraibica*, *Cerebratulus antillensis*, *Cerebratulus leucopsis*, *Corsoua kristenseni*, *Curranemertes natans*, *Diplopleura curacaoensis*, *Dushia atra*, *Evanlineus tigrilis*, *Micrura curacaoensis*, *Micrura ígnea*, *Micrura chlorapardalis*, *Micrura rubramaculosa*, *Micrura vanderhorsti*, *Neolineus divae*, *Paradrepanophorus crassus*, *Polyschista curacaoensis*, *Poseidonemertes caribensis*, *Tenuilineus albocinctus*, *Tetrastemma enteroplecta*, *Tetrastemma herthae*, *Tetrastemma merula*, *Tetrastemma worki*, *Zygonemertes virescens* (Schwartz y Norenburg 2005); especialmente las que se encuentran en la costa Caribe de Panamá: *Baseodiscus delineatus*, *Micrura ígnea*, *Micrura chlorapardalis*, *Micrura rubramaculosa* y *Tetrastemma herthae* (Collin *et al.* 2005).

Fundamento teórico: los nemertinos encontrados en la región de Santa Marta tendrán esta composición debido a las corrientes que ejercen influencia en el Caribe, como la corriente del Norte de Brasil, la corriente de Guyana, la corriente del Caribe, entre otras (Okolodkov 2010), las cuales podrían transportar las larvas planctónicas de los nemertinos hasta los ecosistemas del Caribe de Colombia; de igual manera, puede ser que las especies de nemertinos encontradas en Santa Marta sean las mismas que las registradas en Bocas del Toro (Panamá), ya que desde Centro América y hasta más allá del departamento de la Guajira fluye, con un patrón más o menos continuo, la contracorriente Panamá-Colombia (Andrade 2003), que podría influenciar la composición de los nemertinos en las bahías estudiadas.

## 7. OBJETIVOS

### 7.1 General

Caracterizar morfológica y molecularmente los nemertinos “*Phylum Nemertea*” asociados al litoral rocoso de la región de Santa Marta.

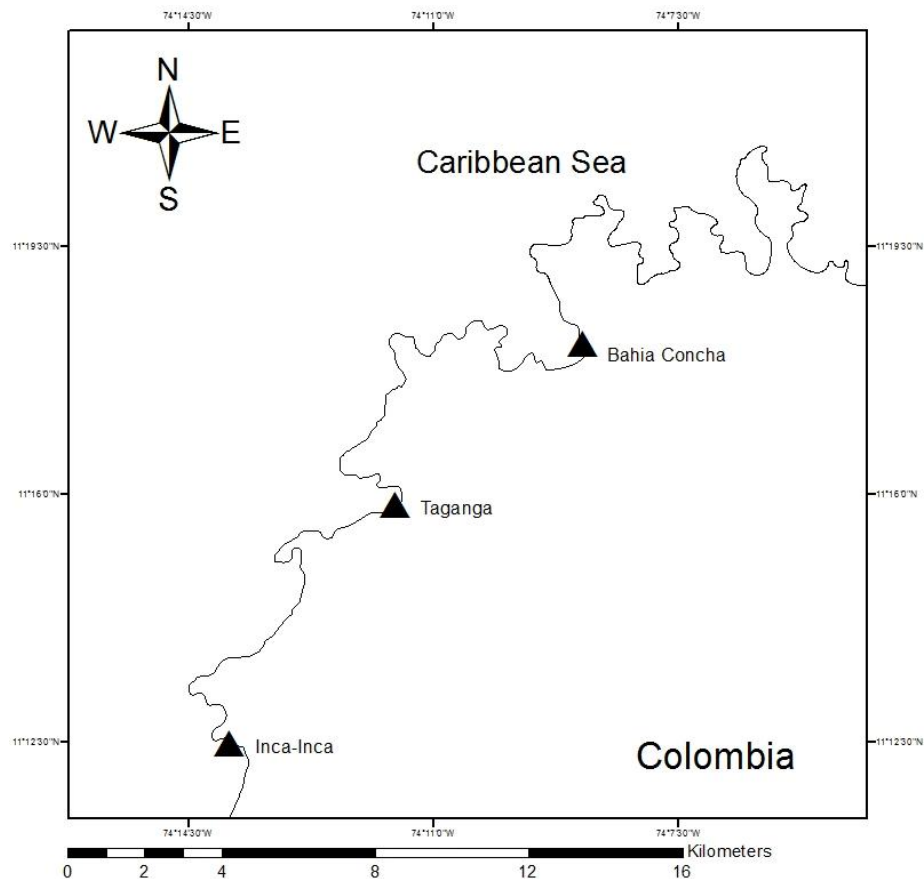
## 7.2 Específicos

- Elaborar una clave taxonómica para la identificación de los nemertinos asociados al litoral rocoso del área Santa Marta.
- Crear un catálogo fotográfico que permita el fácil reconocimiento de las especies de nemertinos.
- Crear una colección de referencia que sirva de apoyo para futuras investigaciones sobre el grupo en el país.
- Secuenciar un fragmento del gen que codifica para subunidad uno de la enzima Citocromo C Oxidasa en los nemertinos encontrados.

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1 Sitios de colecta

El material fue colectado en tres diferentes localidades en la región de Santa Marta: Inca-Inca, Taganga y Bahía Concha (Fig.3).



**Figura 3.** Mapa de la región de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona mostrando los sitios de colecta.

En la región, las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta limitan directamente con el mar Caribe y forman bahías de arenas suaves y litorales rocosos principalmente metamórficos. La zona presenta dos épocas climáticas marcadas -seca de diciembre a abril y lluviosa de mayo a noviembre- influenciada por los vientos alisios (Dueñas 1998; Quiroga *et al.* 2004). Durante la época seca en la región se presenta el fenómeno de surgencia, el cual produce cambios de temperatura en el agua y un aumento en la productividad biológica; en la época lluviosa la región se ve influenciada por las descargas de agua de los ríos que drenan de la Sierra Nevada de Santa Marta. El rango de mareas es de 48 centímetros (García *et al.* 2011).

Los tres sitios poseen similitud física, pero en ellos se presentan diferentes impactos antropogénicos. Inca-Inca (74° 14' W, 11° 11' N) está localizada al lado del rodadero, una de las bahías turísticas más importantes de Santa Marta. Taganga (74° 12' W, 14° 15' N) es una bahía de pescadores artesanales, aunque las actividades turísticas han ido creciendo durante los últimos años en especial el buceo recreativo. Bahía Concha (74° 08' W, 11° 18' N) hace parte del área protegida del Parque Nacional Natural Tayrona y es la que menos influenciada esta por el turismo.

## 8.2 Fase de campo

Se utilizaron cuatro métodos para recolectar los especímenes de la zona litoral: 1) rompiendo rocas agrietadas, 2) inspeccionando debajo de las rocas y 3) colocando una porción de sedimento en una tasa metálica esperando a que salieran los ejemplares por falta de oxígeno. Los nemertinos encontrados se capturaron con la ayuda de un pincel de cerda suave y se guardaron individualmente en bolsas Ziploc® con agua del medio. Finalmente, 4) a una profundidad de aproximadamente 50 cm, se tomaron porciones de sedimento en frascos de vidrio de boca ancha para buscar y separar nemertinos meioinfaunales bajo el estereoscopio.

## 8.3 Fase de laboratorio

8.3.1 Identificación morfológica: cada espécimen fue relajado en una solución de cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>) al 7.5% preparado en agua de mar microfiltrada, fotografiado en vivo y fijado en formalina tamponada al 10%; 24 horas después de la fijación, los ejemplares fueron transferidos a alcohol al 70%. Cuando no fue posible identificar a los nemertinos con base en sus características morfológicas externas, se realizaron secciones histológicas transversales de la parte anterior y media del cuerpo del animal; para esto, los fragmentos se deshidrataron con concentraciones ascendentes de etanol, y se embebieron en Paraplast® utilizando como solvente de transición Microclear®; se obtuvieron secciones con un grosor de 6µm que posteriormente fueron teñidas con hematoxilina y eosina y finalmente montadas en Permount®.

8.3.2 Obtención de código de barras genético: los especímenes fueron mantenidos sin alimentación durante tres días para que su tubo digestivo se desocupara, después de este tiempo fueron congelados a -80° C, o fijados en etanol absoluto hasta el momento de la extracción. El ADN total se extrajo a partir de gusanos completos (± 0.4 g de tejido) empleando el kit de extracción DNeasy blood & tissue® de Qiagen.

La amplificación del gen que codifica la subunidad Citocromo C Oxidasa I, se llevó a cabo utilizando los primers universales de Folmer *et al.* (1994): LCO1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') y HC02198 (5'-TAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3'). Cada PCR se realizó con 2µl de ADN extraído en un volumen total de 25µl que contenía: 2 mM



MgCl<sub>2</sub>, 5X Buffer PCR (NO MgCl<sub>2</sub> BIOLINE®), 0.4 μM de cada primer, 0.4 μM de cada dNTP y 2 unidades de Taq (BIOLASE™, BIOLINE®).

La amplificación se realizó en un termociclador, con un ciclo inicial de desnaturalización del ADN a 95° C por 1 minuto, seguido por 35 ciclos de 15 segundos a 95° C, 1 minuto a 40° C y 1.5 minutos a 72° C; terminando con una extensión final de 5 minutos a 72° C. Los productos de la amplificación, se comprobaron por electroforesis en gel de agarosa, teñidas con gel Red® y utilizando como marcador de peso molecular Hyperlader IV®. Los productos de la PCR se enviaron a la empresa MACROGEN (Korea) para ser secuenciados.

#### 8.4 Análisis de la información

8.4.1 *Identificación taxonómica*: la identificación basada en caracteres morfológicos fue realizada a partir de los trabajos de Coe (1940, 1943 y 1951), Corrêa (1954 y 1961), Kirsteuer (1973 y 1977), Riser (1991), Collin *et al.* (2005) y Schwartz & Norenburg (2005).

8.4.2 *Verificación e ilustración de las secuencias*: las secuencias obtenidas se verificaron utilizando la herramienta BLAST del NCBI ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)); se editaron y alinearon utilizando el programa BioEdit (Version 7.0.9.0; Hall, 1999) y la herramienta Clustal W del programa MEGA (Tamura *et al.* 2011); se realizó una ilustración de la heterogeneidad de las secuencias utilizando la herramienta en línea Fingerprint (<http://evol.mcmaster.ca/fingerprint>) (Lou & Golding 2007).

8.4.3 *Análisis de divergencia de secuencias, selección de grupo externo y escogencia de modelo*: se realizó un análisis de divergencia de secuencias basado en el modelo Kimura 2 parámetros con ayuda del programa MEGA; para este análisis se utilizó como grupo externo *Terebratalia transversa* (Brachiopoda: Terebrataliidae) (Código de ascensión en GenBank: JF509715.1). A pesar de que la selección del grupo externo es crítica ya que puede cambiar los resultados si no es bien escogido, se seleccionó a *T. transversa* porque esta especie ya ha sido utilizada como grupo externo en análisis filogenéticos del *phylum* (Andrade *et al.* 2011a).

Por otra parte, Kimura (1980) propone un método de estimación de distancias evolutivas en cuanto al número de sustituciones nucleotídicas. Este modelo conocido como K2P, consiste de matrices que contienen tasas de ocurrencia de dos tipos de posibles sustituciones: Transiciones (tipo I: cambio de purina-purina o pirimidina-pirimidina) y transversiones (tipo II: cambio de purina-pirimidina o pirimidina-purina) y se define para distancias evolutivas mediante la siguiente ecuación:

$$K = -\left(\frac{1}{2}\right) \ln[(1 - 2P - Q) \sqrt{1 - 2Q}]$$

Donde P y Q representan las fracciones de sitios de nucleótidos que muestran diferencias tipo I y II respectivamente en las secuencias comparadas.

El modelo K2P es utilizado por Hebert *et al.* (2003) para construir árboles neighbor-joining a partir de los cuales se propone la identificación de especies mediante umbrales de divergencia de secuencias; este modelo fue resaltando por ellos como el mejor cuando las distancias son bajas. Srivathsan & Meier (2012) hacen una revisión del uso de K2P en estudios sobre códigos de barras genéticos y anotan que la selección del modelo K2P es poco justificada y que su uso es popular porque se ha extendido como una copia que trasciende en la literatura. A pesar de esto, en este trabajo se utiliza el modelo K2P para hacer comparables los resultados obtenidos con los que se han publicado anteriormente.

### 8.5 Material biológico

Los especímenes fueron depositados en el Centro de Colecciones Biológicas de la Universidad del Magdalena.

## 9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Caracterización Morfológica*

Se colectaron un total de 55 especímenes, pertenecientes a 19 especies de nueve familias diferentes (Tubulanidae, Valenciniidae, Lineidae, Amphiporidae, Cratenemertidae, Empletonematidae, Drepanophoridae, Ototyphlonemertidae y Tetrastemmatidae) (Tabla 1). Dos especímenes no pudieron ser identificados porque los mismos se destruyeron al momento de ser fotografiados, pero por la posición de la boca y la presencia de ocelos, uno fue ubicado dentro de los Anopla (boca ventral) y el otro dentro de los Enopla (sin boca aparente). Todas las especies encontradas han sido registradas en diferentes localidades del Caribe continental e insular, Brasil y el Golfo de México (Coe 1940 y 1951; Corrêa 1954, 1961 y 1963; Kirsteuer 1973 y 1977; Collin *et al.* 2005; Schwartz & Norenburg 2005 y Norenburg 2009). Una explicación posible para esto es la coincidencia de las corrientes del Norte de Brasil, la corriente de Guyana, la corriente del Caribe y la contracorriente Panama-Colombia en el área de estudio (Andrade 2003; Okolodkov 2010) lo que podría transportar las larvas planctónicas de los nemertinos hasta esta zona. Aunque géneros como *Carcinonemertes* y *Malacobdella* poseen una distribución mundial (Roe 1988; McDermott & Gibson 1993), en la región de Santa Marta no fueron registrados, esto pudo darse debido a que no se tuvo en cuenta los hábitats típicos de estos géneros ya que son comensales de moluscos principalmente bivalvos en el caso de *Malacobdella* y comensales de cangrejos en el género *Carcinonemertes*.

Aunque sobre la base de distintos datos morfológicos y moleculares se ha demostrado la condición artificial de varios grupos tradicionales de nemertinos, para fines taxonómicos sigue siendo más práctico hacer referencia a tres grupos principales: Palaeonemertea (que todos los estudios recientes sugieren que no es monofilético), Heteronemertea y Hoplonemertea. En el caso de las familias y géneros utilizados aquí, aunque muchos tienen hoy dudosa validez filogenética, se emplean debido a que son aceptados actualmente en la literatura y son las mejores aproximaciones para las especies de la región.

**Tabla 1.** Nemertinos de la costa Caribe de Colombia. La sistemática está basada en los trabajos de Thollesson & Norenburg (2003) y Chernyshev (2003). Los especímenes fueron depositados en el Centro de Colecciones Biológicas de la Universidad del Magdalena. Localidades: (BC) Bahía Concha, (II) Inca-Inca, (TA) Taganga, (GU) Guajira. Hábitats: (1) debajo de rocas en sustrato fangoso, (2) debajo de rocas limpias, (3) intersticial, (4) grietas de rocas, (5) rocas con esponjas.

Taxón	Localidad	Hábitat	Voucher	Sinónimos
PALAEONEMERTEA : TUBULANIDAE				
<i>Tubulanus rhabdotus</i> Corrêa, 1954	II	1	CBUMAG:NEM00042	
HETERONEMERTEA				
Heteronemertea sp.	II	2	CBUMAG:NEM:00013	
HETERONEMERTEA : VALENCINIDAE				
<i>Baseodiscus delineatus</i> (Delle Chiaje, 1825)	BC, II, TA	2	CBUMAG:NEM:00002, CBUMAG:NEM:00008, CBUMAG:NEM:00012, CBUMAG:NEM00046, CBUMAG:NEM00051, CBUMAG:NEM00052	(a)
HETERONEMERTEA : LINEIDAE				
<i>Dushia</i> cf., <i>atra</i>	BC, II, TA	2, 3	CBUMAG:NEM:0003, CBUMAG:NEM:00006, CBUMAG:NEM00020, CBUMAG:NEM00027, CBUMAG:NEM00028, CBUMAG:NEM00029, CBUMAG:NEM00030, CBUMAG:NEM00031, CBUMAG:NEM00032, CBUMAG:NEM00033, CBUMAG:NEM00034, CBUMAG:NEM00035, CBUMAG:NEM00036, CBUMAG:NEM00037, CBUMAG:NEM00038	(b)
<i>Lineus stigmatus</i> Coe, 1951	BC	2	CBUMAG:NEM00050	

<i>Micrura chloropardalis</i> Schwartz and Norenburg 2005	BC	2	CBUMAG:NEM00053	
<i>Micrura ignea</i> Schwartz and Norenburg, 2005	II	1, 2	CBUMAG:NEM00001, CBUMAG:NEM00041	
HOPLONEMERTEA				
Hoplonemertea sp.	II	3	CBUMAG:NEM00039	
HOPLONEMERTEA : MONOSTILIFERA : AMPHIPORIDAE				
<i>Amphiporus cruentatus</i> Verrill, 1879	II	2, 4	CBUMAG:NEM:00015, CBUMAG:NEM:00016	
<i>Amphiporus</i> cf. <i>ochraceus</i>	II	2, 4	CBUMAG:NEM:0011, CBUMAG:NEM00025, CBUMAG:NEM00026, CBUMAG:NEM00048	(c)
<i>Amphiporus texanus</i> Coe, 1951	II, TA	2, 4	CBUMAG:NEM00004 CBUMAG:NEM00017 CBUMAG:NEM00018 CBUMAG:NEM00019	
<i>Zygonemertes fragariae</i> Corrêa, 1954	II	2	CBUMAG:NEM00040	
<i>Zygonemertes virescens</i> (Verrill, 1879)	II	2,4	CBUMAG:NEM:00007, CBUMAG:NEM:00009, CBUMAG:NEM:00014, CBUMAG:NEM:00021 CBUMAG:NEM:00022, CBUMAG:NEM:00023	(d)
HOPLONEMERTEA : MONOSTILIFERA CRATENEMERTIDAE				
Cratenemertidae sp.	BC	2, 5	CBUMAG:NEM00043, CBUMAG:NEM00049	
EMPLECTONEMATIDAE				

<i>Nemertopsis bivittata</i> (Delle Chiaje, 1841)	II	4	CBUMAG:NEM00048	(e)
HOPLONEMERTEA : MONOSTILIFERA OTOTYPHLONEMERTIDAE				
<i>Ototyphlonemertes erneba</i> (Corrêa, 1950)	GA, II	3		
<i>Ototyphlonemertes lactea</i> (Corrêa, 1954)	TA, GA	3	CBUMAG:NEM00054, CBUMAG:NEM00055	(f)
HOPLONEMERTEA : MONOSTILIFERA TETRASTEMMATIDAE				
<i>Tetrastemma</i> sp.1	TA	2	CBUMAG:NEM:00010, CBUMAG:NEM00024	
<i>Tetrastemma</i> sp.2	II	2	CBUMAG:NEM:0005	
<i>Tetrastemma</i> sp.3	TA	2	CBUMAG:NEM00044	
HOPLONEMERTEA : POLYSTILIFERA: REPTANTIA: DREPANOPHORIDAE				
<i>Punnettia</i> cf., <i>natans</i>	TA	5	CBUMAG:NEM00045	(g)

Sinónimos:

- (a) *Baseodiscus delineatus* (Delle Chiaje, 1825): *Baseodiscus curtus* (Hubrecht, 1879), *Baseodiscus delineatus* var. *curta*, *Baseodiscus delineatus* var. *curtus*, *Baseodiscus insignis*, *Borlasia carmelina*, *Eupolia amboinensis*, *Eupolia ascophora*, *Eupolia curta*, *Nemertes delineatus* (Delle Chiaje, 1825), *Nemertes striata* Hubrecht, 1879, *Polia delineata*
- (b) *Dushia* cf., *atra* (Girard, 1851): *Cerebratulus ater*, *Lineus ater*, *Meckelia atra* (synonym)
- (c) *Amphiporus* cf., *ochraceus* (Verrill, 1873): *Cosmocephala ochracea*
- (d) *Zygonemertes virescens* (Verrill, 1879): *Amphiporus agilis*, *Amphiporus virescens*, *Nemertes verrilli*, *Ophionemertes agilis*

- (e) *Nemertopsis bivittata* (Delle Chiaje, 1841): *Eunemertes peronea*, *Nemerteopsis peronea*, *Nemertes peronea*, *Nemertopsis peronea*, *Omatoplea peronea*, *Ommatoplea peronea*, *Polia bivittata*, *Prosorhochmus bistratus*, *Prosorochmus bistratus*
- (f) *Ototyphlonemertes lactea* (Corrêa, 1954): *Norenburgia lactea* (Gibson, 1995)
- (g) *Punnettia* cf., *natans* Kirsteuer, 1973: *Curranemertes natans* (Kirsteuer, 1973)

*Descripción de las especies de nemertinos encontradas en el litoral rocoso del área de Santa Marta*

En los nemertinos pertenecientes al grupo de los Palaeonemertea y Heteronemertea la boca es ventral y se ubica posterior al ganglio cerebral mientras que en los Hoplonemertea Monostilifera, la boca y la probóscide se abren en un poro común (rincoporo) subterminal a la punta de la cabeza. Cuando hay surcos cefálicos, en los Hoplonemertea y *Baseodiscus* son poco profundos, verticales y oblicuos, con una ubicación cercana a los ganglios cerebrales; en el resto de Heteronemertea (Familia Lineidae) los surcos son medianamente profundos y se extienden longitudinalmente a cada lado de la cabeza. En los Hoplonemertea bentónicos y en pocos Palaeo y Heteronemertea, se demarca un surco epidérmico superficial (posterior al ganglio cerebral) que separa la cabeza del resto del cuerpo, este usualmente posee forma de "V" dirigida anteriormente en la parte ventral y posterior en la dorsal. En los Hoplonemertea, cuando la probóscide esta evertida, se denota el cubrimiento de papilas que esta tiene en la cámara media de la probóscide de los Monostilifera, se distingue el aparato del estilete que está formado por un estilete principal y su base, además de dos bolsas con varios estiletos accesorios; en los Polystilifera (v.g. *Punnettia* cf. *natans*) esta región es muy difícil de observar incluso con microscopios compuestos (JLN com pers) pero en esta se encuentran generalmente múltiples estiletos apoyados en una base ovoide.

Palaeonemertea: Tubulanidae

*Tubulanus rhabdotus* Corrêa 1954 (Fig. 4 A-B)

Cuerpo grande y muscular (32 X 1 mm), aplanado dorsoventralmente, ancho en la parte anterior y delgado en la posterior. Color ocre con anillos marrones de anchos irregulares a lo largo del cuerpo y numerosos puntos más oscuros agrupados en varias líneas longitudinales. Un par de surcos cefálicos prominentes separan la cabeza del resto del cuerpo. Ocelos ausentes. Boca ventral ubicada posterior al órgano cerebral y a los surcos cefálicos. Poro de la probóscide subterminal. Órgano lateral sensorial ubicado en el cuarto anillo. El gusano secreta un tubo de moco de color miel en el que habita.

Distribución: Curaçao (Corrêa 1963); Florida e Islas Vírgenes, USA (Corrêa 1961); São Paulo, Brasil (Corrêa 1954); Santa Marta, Colombia.

Heteronemertea: Valenciniidae

*Baseodiscus delineatus* (Delle Chiaje 1825) (Fig. 4 C-E)

Cuerpo grande y muscular (3-50 X 0.6-2 mm), dorsoventralmente aplanado. Color blanco leche con líneas longitudinales discontinuas y anchas de color marrón rojizo; en la parte ventral estas líneas se encuentran atenuadas o están completamente ausentes. Surcos cefálicos oblicuos y poco profundos presentes a cada lado de la cabeza, los surcos cefálicos secundarios son poco visibles. Cabeza redondeada más ancha que el cuerpo. Numerosos ocelos organizados irregularmente en

los márgenes de la cabeza. Poro de la probóscide subterminal a la punta de la cabeza. Probóscide corta y delgada. Boca ventral localizada inmediatamente por detrás de los surcos cefálicos.

Distribución: cosmopolita (Norenburg 2009).

Heteronemertea: Lineidae

*Dushia* cf. *atra* (Fig. 4 F-I)

Cuerpo grande y muscular (31-157 X 1.6-2.5 mm), dorsoventralmente aplanado. Color uniformemente negro con excepción de la punta de la cabeza, los surcos cefálicos y el margen posterior que son de color gris o blanco leche. Sin ocelos. Boca grande y longitudinal posterior a los surcos cefálicos. Probóscide larga y lisa de color amarillo. Cirro caudal delgado presente.

Distribución: Curaçao (Correa 1963), Golfo de México (Norenburg 2009); Santa Marta, Colombia.

Comentarios: esta especie fue la más frecuente (no necesariamente la más abundante ya que el estudio no fue cuantitativo). Teniendo en cuenta la amplia distribución regional que se observa en algunos nemertinos encontrados en la región y en otros estudios (v.g. Corrêa 1961, 1963; Norenburg 2009), es de esperarse que una especie tan común sea conocida regionalmente. Muchas de las primeras descripciones de nemertinos fueron basadas en individuos altamente contraídos y a menudo fragmentados, sin una observación detallada de sus características en vida (v.g. Verrill 1900, Coe 1901, Stiasny-Wijnhoff 1925). El género *Cerebratulus* y *Micrura*, tienen como carácter diagnóstico la presencia de un cirro caudal, sin embargo, entre los expertos se sabe que estos dos géneros están repletos de inconsistencias taxonómicas (ver Schwartz & Norenburg 2001 y 2005), además, hoy en día se conoce con base en datos moleculares, que la presencia o ausencia de un cirro caudal es un carácter poco fiable para diagnosticar un género (Schwartz 2009). La presencia o ausencia de un cirro caudal es poco útil para delimitar las especies de nemertinos del Caribe y el Golfo de México que presentan tonalidades oscuras o negras (JLN com pers), algunas opciones posibles para los nemertinos encontrados incluyen *Cerebratulus leucopsis* (Coe, 1901), el cual fue reportada con un cirro caudal y *Corsoua kristenseni* Corrêa, 1963, reportada sin este, siendo *C. leucopsis* un posible sinónimo de *Dushia atra sensu* Corrêa (1963). *Corsoua kristenseni* posee una pequeña boca y se encuentra en hábitats de manglar, mientras que *D. atra sensu* Corrêa (1963) tiene una gran boca y ocurre en la línea de pleamar, debajo de rocas, como los especímenes encontrados. Aunque Corrêa (1963) no menciona la presencia de un cirro caudal cuando describe a la especie *D. atra*, los organismos encontrados se han designado como pertenecientes a esta especie a la espera de nuevos estudios en anatomía comparada.

*Lineus stigmatus* Coe 1951 (Fig. 4 J-L)

Cuerpo grande y muscular (31X 2 mm), dorsoventralmente aplanado. Margen anterior cuadrada, y margen posterior puntiaguda. Color violeta oscuro con dos líneas longitudinales de puntos blancos alargados unidos transversalmente por delgadas líneas blancas que forman anillos, estas líneas son tenues e imperceptibles si no se observa el ejemplar bajo un estereoscopio. Cabeza blanca con una mancha marrón en forma de "V" invertida y con profundos surcos cefálicos laterales longitudinales. Dos líneas irregulares de 20 a 30 pequeños ocelos a cada lado de la cabeza. Boca grande y longitudinal, ubicada ventralmente inmediatamente después de los surcos cefálicos.



Ganglio cerebral visible a través de la pared del cuerpo como una masa color rosa. Cirro caudal ausente.

Distribución: Florida (Coe 1951), Belize (JLN com pers); Santa Marta, Colombia.

Comentarios: Coe (1951) describe a *Lineus stigmatus* para las costas de Florida en “Biscayne Bay”, ilustrando en detalle solo la parte posterior de su ejemplar el cual es acorde a la observada las muestras encontradas en este estudio. En su trabajo, Coe comenta que los arreglos de coloración de *L. stigmatus* son parecidos a los de algunos especímenes de *Lineus geniculatus*, dado que los anillos blancos se interrumpen en la línea media. Riser (1991) resucito el género *Notospermus* (Huschke, 1830) y transfirió la especie *geniculatus* (*sensu* Delle Chiaje 1828) de varios autores. Debido a la semejanza de la apariencia externa del lóbulo cefálico del nemertino encontrado con la de *N. geniculatus*, se sugiere que la especie *L. estigmatus* debe ser transferida a *Notospermus*, sin embargo esto necesita ser apoyado y corroborado con estudios detallados de la anatomía interna.

*Micrura chloropardalis* Schwartz & Norenburg 2005 (Fig. 5 A-C)

Gusano grande y muscular (40 x 3 mm), aplanado dorsoventralmente. Margen anterior y posterior del cuerpo truncado. Color verde oliva moteado en la parte dorsal y blanco cremoso sin diseños en la ventral. Cabeza demarcada del resto del cuerpo por los extremos posteriores de los surcos cefálicos, estos surcos son largos y medianamente profundos; a través de la pared del cuerpo se observa una masa color rosa que corresponde al ganglio cerebral. Boca presente en la parte ventral inmediatamente después de los surcos cefálicos. Numerosos ocelos ( $\pm 40$ ) ubicados en dos filas irregulares a cada lado de la cabeza. Probóscide larga y delgada, color crema con numerosas papilas. Cirro caudal corto y delgado.

Distribución: Belice (Schwartz and Norenburg 2005); costa Caribe de Panamá (Collin *et al.* 2005); Santa Marta, Colombia.

*Micrura ignea* Schwartz & Norenburg 2005 (Fig. 5 D-G)

Gusano grande y muscular (95 X 3 mm), aplanado dorsoventralmente. Margen anterior afilada y extremo posterior romo. Color naranja solido que se degrada a amarillo hacia la parte posterior. Cabeza “triangular” puntiaguda anteriormente y ancha en la parte posterior. Surcos cefálicos laterales profundos. Boca ventral parecida a una hendidura, posterior a los sucos cefálicos. Sin ocelos. Probóscide larga y delgada de color rosa con numerosas papilas. Cirro caudal corto y delgado.

Distribución: Belice (Schwartz and Norenburg 2005); costa Caribe de Panamá (Collin *et al.* 2005); Santa Marta, Colombia.

Hoplonemertea: Monostilifera

*Amphiporus cruentatus* Verrill 1879 (Fig. 5 H-J)

Gusano pequeño y muscular (18 X 7.5 mm), dorsoventralmente aplanado. Márgenes del cuerpo romos. Amarillo pálido con tres líneas rojas longitudinales brillantes que corresponden a los vasos sanguíneos. Cabeza indiferenciada del resto del cuerpo con surcos cefálicos poco prominentes. 6-10 ocelos precerebrales largos, arreglados en dos líneas regulares en los márgenes de la cabeza. Rincoporo subterminal a la punta de la cabeza. Rincocelo extendido hasta la parte media del cuerpo, probóscide larga y delgada. Estilete central delgado (30  $\mu\text{m}$  de longitud) soportado en una base cilíndrica (33 X 8  $\mu\text{m}$ ); dos bolsas con tres estiletes accesorios a cada lado del estilete central. Cuando los individuos están maduros se observa a través de la pared del cuerpo los huevos que son de color marrón o gris brillante.

Distribución: Golfo de México, Nueva Inglaterra (USA) y Washington (Norenburg 2009); California (Coe 1940); Santa Marta, Colombia.

*Amphiporus cf. ochraceus* (Fig. 5 K-M)

Gusano pequeño y muscular (3-11 X 0.4 mm), dorsoventralmente aplanado. Truncado en los márgenes anterior y posterior. El color varía de amarillo a gris lechoso, a veces puede presentar pigmentación naranja claro en la región cefálica correspondiente al ganglio cerebral. Surcos cefálicos demarcan la cabeza del resto del cuerpo. 6-10 ocelos precerebrales grandes arreglados en dos únicas líneas regulares. Rincoporo subterminal a la punta de la cabeza. Rincocelo grande más o menos 3/4 el largo del cuerpo. Estilete central grueso (29  $\mu\text{m}$  de longitud) casi del mismo tamaño que la base (27 X 10  $\mu\text{m}$ ) la cual está contraída en la parte media; dos bolsas con dos estiletes accesorios a cada lado del estilete central.

Distribución: Golfo de México, Nueva Inglaterra (USA) y Washington (Norenburg 2009); Santa Marta, Colombia.

*Amphiporus texanus* Coe 1951 (Fig. 6 A-C)

Gusano pequeño y muscular (13 X 0.4 mm), dorsoventralmente aplanado. Márgenes del cuerpo puntiagudos. Marrón oscuro, sin pigmentos en los márgenes anterior, posterior y laterales los cuales son blancos. Cabeza estrecha delimitada por los surcos cefálicos transversales. Cerca de seis ocelos precerebrales presentes en una sola línea ubicada en los márgenes anterior y laterales de la cabeza (muchas veces estos ocelos no son visibles). Rincoporo subterminal a la punta de la cabeza. Probóscide larga y gruesa de color crema, con numerosas papilas. Estilete central delgado más largo que la base (42  $\mu\text{m}$  de longitud) la cual es amplia y cilíndrica (34 X 10  $\mu\text{m}$ ); dos bolsas con 2-4 estiletes accesorios a cada lado del estilete central.

Distribución: Golfo de México y sur de la Florida (Norenburg 2009); Curaçao (Schwartz & Norenburg 2005); Santa Marta, Colombia.

*Zygonemertes fragariae* Corrêa 1954 (Fig. 6 D-F)

Gusano pequeño y delgado (12.5 X 1 mm), dorsoventralmente aplanado. Márgenes anterior y posterior del cuerpo romos. Color en vida rosado fresa. Cabeza casi indistinguible del resto del cuerpo con dos pequeños surcos cefálicos precerebrales. Dos líneas irregulares de 8-13 ocelos precerebrales elongados presentes a cada lado de la cabeza y cerca de 10 ocelos pos cerebrales que corren en dos líneas paralelas a los cordones nerviosos hasta casi el margen posterior del cuerpo. Rincoporo subterminal a la punta de la cabeza. Rincocele extendido hasta más o menos la mitad del cuerpo, probóscide larga y gruesa con abundantes papilas. Estilete central (45 µm de longitud) más pequeño que la base (54 X 14 µm) la cual es cilíndrica; dos bolsas con 2-3 estiletes accesorios a cada lado del estilete central.

Distribución: San Sebastián (Brasil) (Corrêa 1954); Santa Marta, Colombia.

*Zygonemertes virescens* (Verrill 1879) (Fig. 6 G-I)

Gusano pequeño y delgado (9-31 X 0.2 mm), dorsoventralmente aplanado. Márgenes anterior y posterior del cuerpo romos. Color variable de blanco a amarillo o verdoso. Cabeza redondeada con dos surcos cefálicos precerebrales poco profundos. Cuatro líneas irregulares de 15-20 ocelos precerebrales pequeños presentes a cada lado de la cabeza y cerca de siete ocelos pos cerebrales que corren en dos líneas paralelas a los cordones nerviosos hasta casi el margen posterior del cuerpo. Rincoporo subterminal a la punta de la cabeza. Rincocele extendido casi hasta el margen posterior del cuerpo, probóscide larga y gruesa con abundantes papilas. Estilete central (60 µm de longitud) delgado y más pequeño que la base (112 X 28 µm) la cual esta contraída en la parte central; dos bolsas con tres estiletes accesorios a cada lado del estilete central.

Distribución: Golfo de México y Nueva Inglaterra (USA); California y Oregón (Corrêa 1964); sur de la Florida e Islas Vírgenes (Corrêa 1961); Atlántico Norte (Azores) (Strand 2002); Santa Marta, Colombia.

*Nemertopsis bivittata* (Delle Chiaje 1841) (Fig. 6 J-L)

Gusano largo y delgado (20 X 0.2 mm), dorsoventralmente aplanado. Redondeado o truncado en ambos extremos del cuerpo. Color amarillo opaco con dos líneas longitudinales marrón rojizo que se unen en la parte anterior y posterior del cuerpo. Cabeza casi indistinguible, sin surcos cefálicos notorios. Dos ocelos pre cerebrales en cada margen de la cabeza. Rincoporo subterminal. Probóscide pequeña y delgada con numerosas papilas. Estilete central (11.5 µm longitud) soportado en una base masiva (27.5 X 7.5 µm); presencia de dos bolsas con tres estiletes accesorios a cada lado del estilete central.

Distribución: Costa Este de Florida USA (Thollesson & Norenburg 2003), Carolina del Sur USA (Caplins *et al.* 2012); Islas Atlánticas de Galicia (Junoy & Herrera-Bachiller 2010); aguas Europeas, Zona Económica Exclusiva portuguesa y española, Mar Rojo (Gibson 2013); Santa Marta, Colombia.

Comentarios: Caplins *et al.* (2012) sugiere que las dos variedades de color de *N. bivittata* (una con rayas dorsales unidas anteriormente y la otro con las líneas separadas) son simpátricas y están aisladas genéticamente; esta afirmación es apoyada por una diferencia estadística en cuanto al tamaño del estilete y diferencias en la secuencia de ADN mitocondrial COI. Aunque todavía se esperan datos moleculares explícitos, Norenburg (2013) ha sugerido que *N. bivittata* y *Nemertopsis*

*gracilis* Coe 1904, podrían ser sinónimos. A raíz de los trabajos de Sun & Dong (1998), los morfotipos con líneas unidas anteriormente se nombran como *Nemertopsis bullocki* Coe, 1940 y en los que no se cumple esto, se asignan por prioridad a *Nemertopsis bivittata* (Delle Chiaje, 1841). Por el momento, dado que el gusano hallado posee las dos líneas encontradas anteriormente como *N. bullocki*, pero estas no se ven interrumpidas en la parte posterior como lo detalla Coe (1940) de sus ejemplares, no se hace una distinción entre las dos variedades y se asigna el nemertino observado como *Nemertopsis bivittata*.

*Ototyphlonemertes erneba* (Corrêa, 1950) (Fig. 6 M-O)

Gusano meioinfaunal pequeño y muscular (2 X 0.2 mm), dorsoventralmente aplanado. Romo en ambos extremos. Color crema uniforme. Cabeza ligeramente ovada delimitada por dos pequeños surcos cefálicos transversales. Sin ocelos. Cirros sensoriales largos. Dos estatocistos presentes en los lóbulos cefálicos, cada uno de los cuales está formado por la agregación de 3 estatolitos esféricos. Rincocele grande aproximadamente 3/4 de la longitud del cuerpo. Estilete central (43 µm de longitud), delgado y más largo que la base (18X7 µm) la cual es cilíndrica y esta contraída en la parte media; presenta dos bolsas con 3-4 estiletes accesorios. Cuando los individuos están maduros se observa a través de la pared del cuerpo los huevos de color gris oscuro casi marrón.

Distribución: Brasil (Corrêa 1950); Guajira, Colombia (Kirsteuer 1977); Santa Marta, Colombia

*Ototyphlonemertes lactea* (Corrêa, 1954) (Fig. 7 A-C)

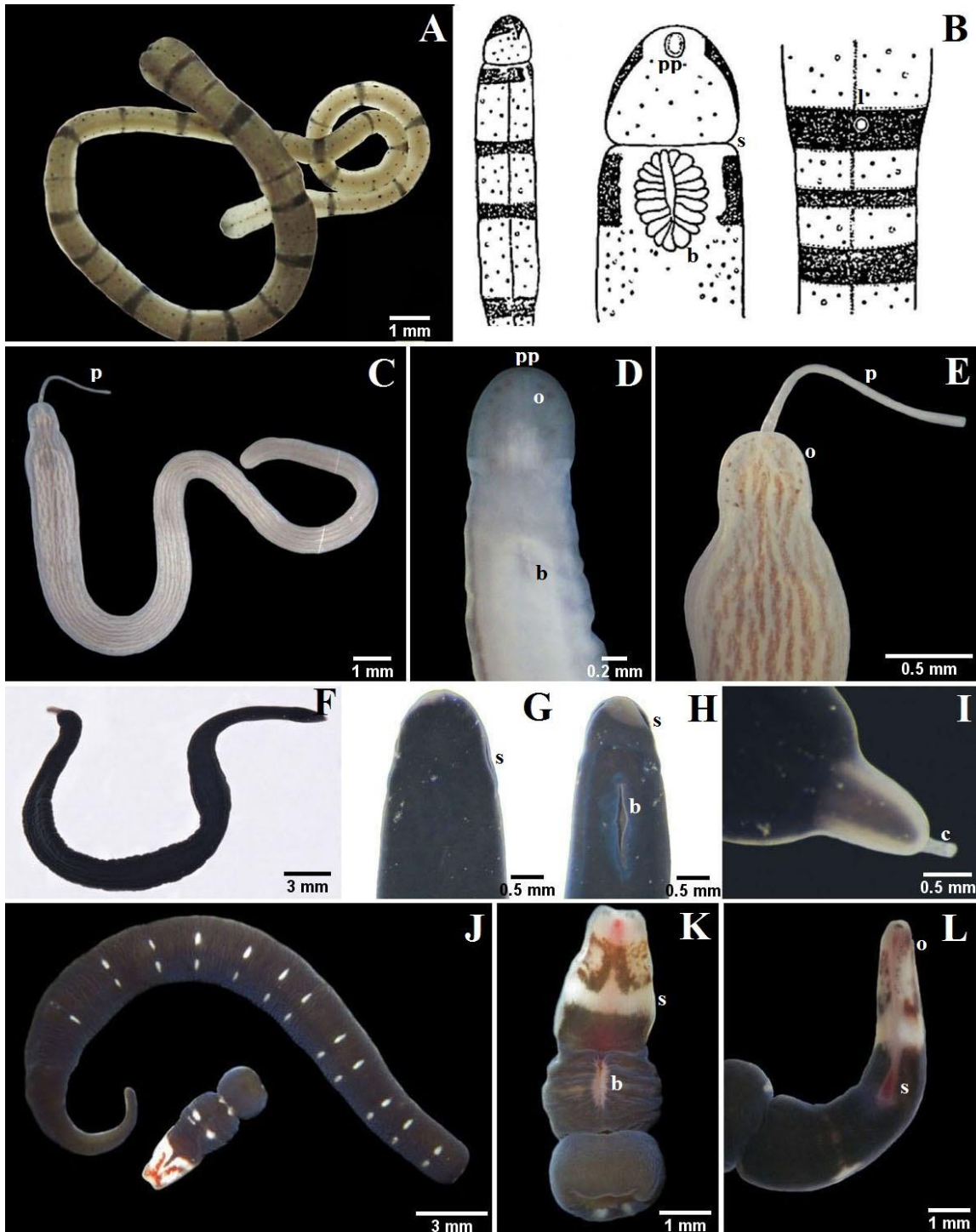
Gusano meioinfaunal grande y delgado (3.5 X 0.3 mm), dorsoventralmente aplanado. Truncado en ambos extremos aunque en la parte posterior puede observarse un ensanchamiento que corresponde a la ventosa o disco suctor. Color blanco leche. Cabeza casi indiferenciada del resto del cuerpo. Sin ocelos. Dos estatocistos ovoides presentes en los lóbulos cefálicos, cada uno de los cuales está formado por la agregación de más de 10 estatolitos esféricos. Rincocele cortó cerca de 1/3 de la longitud del cuerpo. Probóscide pequeña. Estilete central (15.1 µm de longitud) esculpido en espiral y aproximadamente del mismo largo de la base (14.5 X 1.9 µm) la cual es cilíndrica; presenta dos bolsas con 3 estiletes accesorios.

Distribución: Brasil (Corrêa 1950); Guajira, Colombia (Kirsteuer 1977); Santa Marta, Colombia.

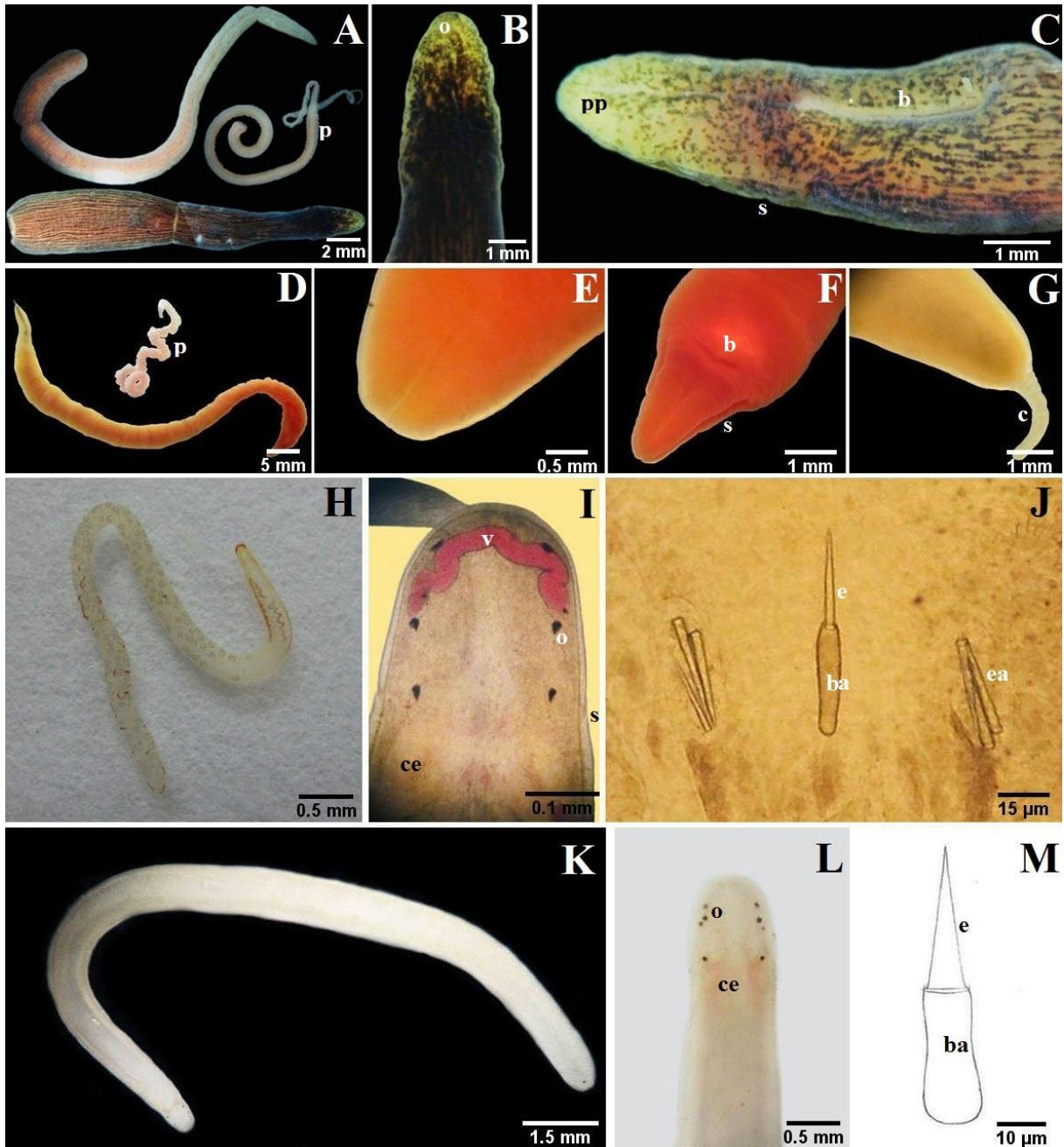
*Tetrastemma* sp. 1 (Fig. 7 D-E)

Gusano pequeño y muscular (12 X 1 mm), dorsoventralmente aplanado. Romo en ambos extremos. Color amarillo-marrón. Cabeza delimitada del resto del cuerpo por un par de surcos cefálicos transversales poco profundos. Cuatro ocelos precerebrales, dos a cada lado del margen lateral de la cabeza. Rincocele grande extendido hasta casi el margen posterior del cuerpo. Rincoporo subterminal. Un estilete central soportado en una base masiva y medianamente constreñida; presenta dos bolsas con dos estiletes accesorios cada una.

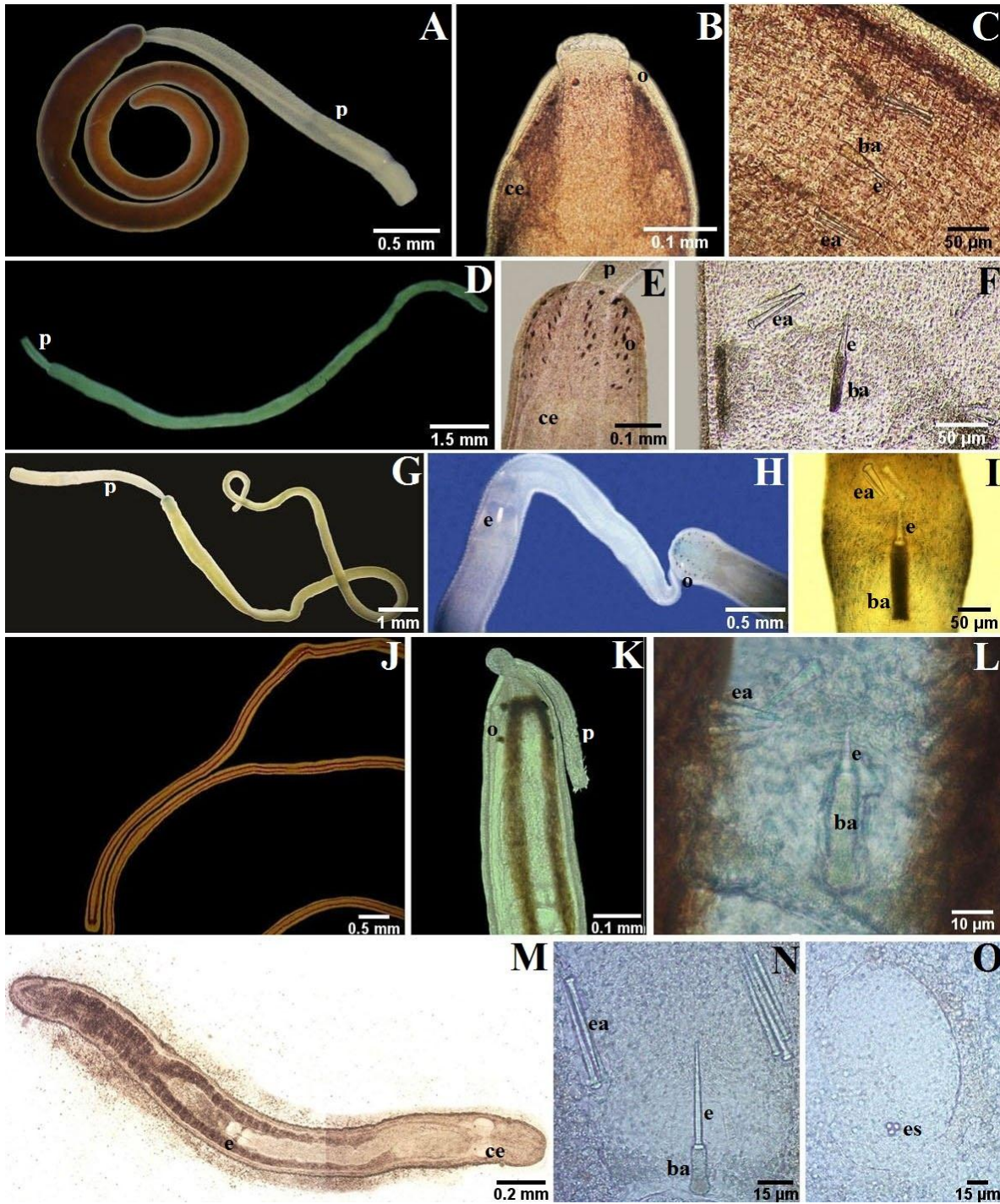
Distribución: Santa Marta, Colombia.



**Figura 4.** (A, B) *Tubulanus rhabdotus*: (B) detalle de la cabeza, boca y órgano lateral (modificado de Corrêa 1954). (C-E) *Baseodiscus delineatus*: (C) gusano completo con la probóscide evertida, (D) Detalle ventral de la cabeza, (E) Detalle dorsal de la cabeza. (F-I) *Dushia* cf. *atra*: (G) detalle dorsal de la cabeza, (H) detalle ventral de la cabeza, (I) detalle de la sección posterior mostrando el cirro caudal. (J-L) *Lineus stigmatus*: (J) gusano completo, (K) detalle ventral de la cabeza, (L) Vista lateral de la cabeza. *b* boca, *c* cirro caudal, *l* órgano lateral, *o* ocelos, *p* probóscide, *pp* poro de la probóscide, *s* surco cefálico.



**Figura 5.** (A-C) *Micrura chloropardalis*: (A) Gusano completo con la probóscide evertida, (B) Detalle dorsal de la cabeza, (C) Detalle ventral de la cabeza. (D-G) *Micrura ignea*: (D) Gusano completo, el ejemplar ha expulsado la probóscide, (E) Detalle dorsal de la cabeza, (F) Detalle ventral de la cabeza, (G) Detalle de la parte posterior mostrando el cirro caudal. (H-J) *Amphiporus cruentatus*: (H) Gusano completo, (I) Detalle dorsal de la cabeza, (J) Detalle del estilete central y estiletes accesorios. (K-M) *Amphiporus* cf. *ochraceus*: (K) Gusano completo, (L) Detalle dorsal de la cabeza, (M) Diagrama del estilete central. *b* boca, *ba*, base del estilete, *c* cirro caudal, *ce* cerebro, *e* estilete, *ea* estilete accesorio, *o* ocelos, *p* probóscide, *pp* poro de la probóscide, *s* surco cefálico, *v* vaso sanguíneo.



**Figura 6.** (A-C) *Amphiporus texanus*: (A) Gusano completo, (B) Detalle dorsal de la cabeza, (C) Detalle del estilete. (D-F) *Zygonemertes fragariae*: (D) Gusano completo (E) Detalle dorsal de la cabeza, (F) Detalle del estilete. (G-I) *Zygonemertes virescens*: (G) Gusano completo, (H) Detalle dorsal de la cabeza y la probóscide, (I) Detalle del estilete. (J-L) *Nemertopsis bivittata*: (J) Gusano completo, (K) Detalle dorsal de la cabeza y la probóscide, (L) Detalle del estilete. (M-O) *Ototyphlonemertes erneba*: (M) Gusano completo, (N) Detalle del estilete, (O) Detalle del estatocisto. *ba* base del estilete, *ce* cerebro, *e* estilete, *ea* estilete accesorio, *o* ocelos, *p* probóscide, *pp* poro de la probóscide, *es* estatocisto.

*Tetrastemma* sp. 2 (Fig. 7 F-G)

Gusano pequeño y muscular (9.48 X 0.5 mm), dorsoventralmente aplanado. Romo en ambos extremos. Color blanco leche con dos puntos color naranja en la parte anterior que corresponden al cerebro, el cual es visible a través de la pared del cuerpo. Cabeza en forma de flecha delimitada por un par de surcos cefálicos poco profundos. Cuatro ocelos a cada lado del margen anterior del cuerpo, los cuales se ubican dos por delante del cerebro (precerebrales) y dos por detrás. Rincoporo subterminal. Probóscide grande casi del mismo tamaño del cuerpo y con abundantes papilas.

Distribución: Santa Marta, Colombia.

*Tetrastemma* sp. 3 (Fig. 7 H-J)

Gusano pequeño y muscular (5.5 X 0.4 mm), dorsoventralmente aplanado. Romo en ambos extremos. Color crema a verdoso con dos puntos color rosa en la parte anterior que corresponden al cerebro, el cual es visible a través de la pared del cuerpo. Cabeza en forma de flecha. Un par de surcos precerebrales transversales que se juntan en la línea media del cuerpo presentes, además de un par de surco pos cerebrales diagonales que también se juntan y forman una "V". Dos pares de ocelos precerebrales a cada lado de los márgenes de la cabeza que se ubican uno por delante de los primeros surcos cefálicos y el otro entre el primero y el segundo par de surcos. Rincoporo subterminal. Rincocole grande cerca de 3/4 de la longitud del cuerpo. Estilete central (7 µm de longitud) más pequeño que la base (13 X 6.2 µm) la cual es masiva y posee forma de pera.

Distribución: Santa Marta, Colombia.

Cratenemertidae sp. (Fig. 7 K-M)

Gusano grande y muscular (14-23 X 1.5-2), dorsoventralmente aplanado. Márgenes anterior y posterior del cuerpo puntudos. Color rojo brillante sin diseños. Cabeza delimitada por un par de surcos cefálicos poco profundos; en la cabeza se presenta una cresta epitelial mediodorsal. Cerca de 26 ocelos alineados en dos grupos irregulares. Rincoporo en posición subterminal. Probóscide larga y ancha con numerosas papilas grandes. Estilete central (120 µm de longitud) grueso y más grande que la base (50 X 47.5 µm) la cual es redondeada. Dos bolsas con tres estiletos accesorios cada una. Si los gusanos son molestados dentro de un beaker, estos son capaces de nadar con fuertes movimientos serpenteantes de su cuerpo.

Distribución: Santa Marta, Colombia.



Hoplonemertea: Polystilifera: Reptantia

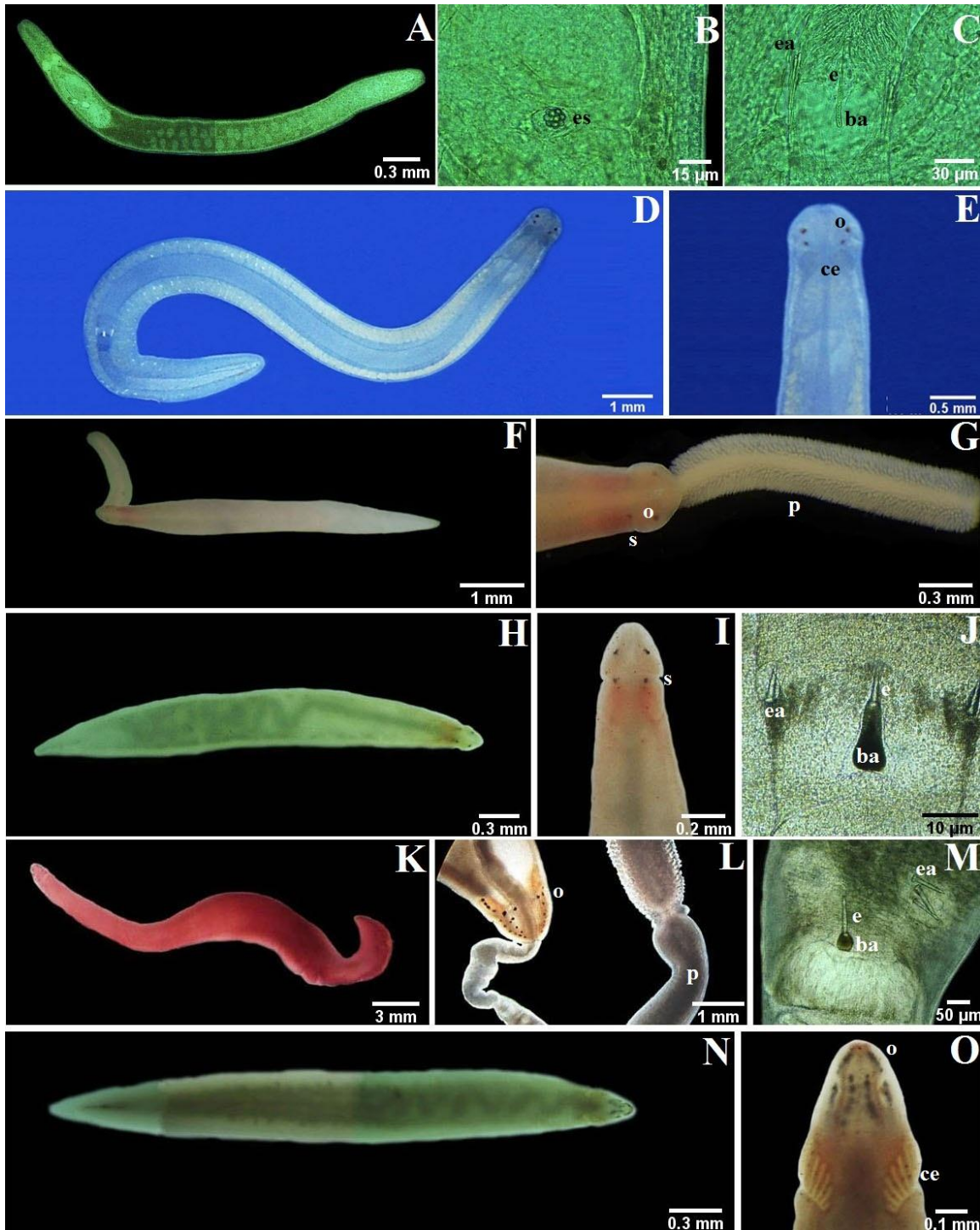
*Punnettia* cf. *natans* (Fig. 7 N-O)

Gusano pequeño y grueso (17.04 X 0.43 mm), dorsoventralmente aplanado. Márgenes anterior y posterior del cuerpo afilados. Color gris a marrón, más oscuro en la cabeza y en la línea mediodorsal del cuerpo y más claro en la superficie ventral. Cabeza estrecha con respecto al resto del cuerpo, delimitada por un par de surcos cefálicos anchos subdivididos en cinco crestas epiteliales longitudinales (surcos secundarios). Numerosos ocelos grandes arreglados en líneas irregulares. La probóscide en esta especie tiene en la cámara varios estiletes soportados en una única base; estos estiletes no pudieron ser observados. El individuo es capaz de nadar con movimientos ondulatorios dejando a su paso una estela de moco.

Distribución: Bahía Mochima (Venezuela) (Kirsteuer 1973); Santa Marta, Colombia.

Los morfotipos del género *Tetrastemma* representan un problema para la identificación específica ya que hay muchas especies putativas del género que son semejantes entre sí y no pueden ser distinguidas con facilidad incluso si son analizadas en vida; las identificaciones en este género solo pueden ser realizadas de una manera confiable cuando los nemertinos son recolectados en las localidades tipo (JLN com pers). Las especies de *Tetrastemma* también pueden parecerse a otras especies de monostilíferos con cuatro ojos, tales como *Cyanophthalma*, *Divanella* o *Prostomatella* (Gibson, 1973; Norenburg 1986; Strand & Sundberg 2005) de los que pueden ser distinguidos sobre la base histológica. Coe (1940 y 1943) caracterizó muchas especies de nemertinos con cuatro ocelos, pero la mayoría de estas son de zonas templadas del norte, por lo que sus datos no son comparables con los aquí encontrados. De igual manera Corrêa (1954, 1958, 1961 y 1963) hace la descripción de varias especies del género *Tetrastemma* en el Caribe, pero estas descripciones son a menudo incompletas o confusas, dificultando su uso práctico en la identificación de las especies de la región.

Aunque la investigación fue enfocada solamente en los aspectos taxonómicos del grupo, vale la pena mencionar que la especie más frecuente fue *Dushia* cf. *atra*, representando 30% del total de las muestras; a esta le sigue *Baseodiscus delineatus* y *Zygonemertes virescens* con un 12% cada una. La familia más frecuente fue Lineidae (36% de abundancia relativa), seguida de Amphiporidae (34%). La mayor diversidad, referida al número de especies, fue observada en Inca-Inca (11 especies), seguida de Taganga (6 especies), sin embargo, el esfuerzo de muestreo no fue el mismo en todos los sitios de recolección, por tal razón una comparación fiable de la diversidad biológica entre las estaciones no puede ser realizada. La mayoría de los estudios sobre nemertinos en el Caribe y en otros lugares, se han centrado en la taxonomía (Coe 1901; Corrêa 1961 y 1963; Kirsteuer 1973, 1974 y 1977, Schwartz & Norenburg 2005; Collin *et al.* 2005), por lo que registros sobre las abundancias relativas y dominancia de las especies aún no han sido realizados, lo que resulta en una limitante para comparar los resultados obtenidos.



**Figura 7.** (A-C): *Ototyphlonemertes lactea* (A) Gusano completo, (B) Detalle de los estatocistos, (C) Detalle del estilete. (D-E) *Tetrastemma* sp. 1: (D) Gusano completo, (E) Detalle dorsal de la cabeza. (F-G) *Tetrastemma* sp. 2: (F) Gusano completo, (G) Detalle dorsal de la cabeza y la proboscide. (H-J) *Tetrastemma* sp. 3: (H) Gusano completo, (I) Detalle dorsal de la cabeza, (J) detalle del estilete. (K-M) Cratenemertidae sp.: (K) Gusano completo, (L) Detalle dorsal de la cabeza y la proboscide, (M) Detalle del estilete. (N-O) *Punnettia* cf. *natans*: (N) Gusano completo, (O) Detalle dorsal de la cabeza. *ba* base del estilete, *ce* cerebro, *cr* crestas epiteliales, *e* estilete, *ea* estilete accesorio, *es* estatocisto, *o* ocelos, *p* proboscide, *pp* poro de la proboscide, *s* surco cefálico.

Algunas veces debajo de las rocas o entre sus grietas se encontraron nemertinos agregados en grupos de 3 a 5 individuos de la misma especie, este fue el caso de *Amphiporus cruentatus*, *Amphiporus texanus*, *Dushia* cf. *atra* y *Zygonemertes virescens*. Este comportamiento ha sido observado para muchas especies de nemertinos y se asocia generalmente con eventos reproductivos (Thiel & Junoy 2006).

Esta investigación, constituye el primer trabajo realizado en taxonomía de nemertinos para Colombia. Con excepción de *Otocyphlonemertes lactea* y *Otocyphlonemertes erneba* todas las especies encontradas son nuevos registros para el país. Los datos observados sugieren que la costa Caribe de Colombia es una región con una gran diversidad de nemertinos ya que de las 36 especies reportadas en el Caribe (Corrêa 1961 y 1963; Kirsteuer 1974 y 1977, Schwartz & Norenburg 2005), al menos 13 están presentes en los litorales rocosos de tres playas de la pequeña Región de Santa Marta.

Los resultados obtenidos constituyen la base para futuras investigaciones que se realicen en Colombia no sólo en taxonomía, sino también en otros campos de la biología que abarcan la evaluación y valoración ambiental, regeneración celular, toxicología y biosprospección, ya que los nemertinos han demostrado ser modelos biológicos importantes en estos campos (Coe 1934a, b; Kem *et al.* 2006; Turbeville 2002). Este es el caso de especies como *O. erneba* y *O. lactea* las cuales pueden ser utilizadas como bioindicadoras ya que al formar parte de la meiofauna y al ser predatoras activas son un componente importante de las redes tróficas transformando y transmitiendo la energía desde el fondo a niveles superiores en la columna del agua (Enval & Norenburg 2001). De igual manera, por su dispersión limitada y su estructura genética marcada por la simpatria, estudios poblacionales sobre estas especies pueden dilucidar eventos catastróficos y barreras geográficas en los ecosistemas del Caribe (Tulchinsky *et al.* 2011; Andrade *et al.* 2011b).

Especies de la familia Lineidae como *Lineus socialis* y *Cerebratulus lacteus* han sido utilizados como modelos biológicos en estudios sobre regeneración y desarrollo embrionario respectivamente (Turbeville 2002), en Colombia *Micrura ignea* y *Dushia* cf. *atra* pueden servir para este propósito. En *Micrura chlorapardalis* se ha observado una sorprendente capacidad regenerativa, esta especie puede recomponer tejidos complejos como el nervioso en solo 36 horas (Schwartz & Norenburg 2005), estudios detallados de los mecanismos responsables de controlar este tipo de acciones podrían permitir el desarrollo de terapias medicas alternativas en nuestro país.

Los nemertinos producen compuestos biológicamente activos, por ejemplo los Enopla secretan a través de las glándulas de la probóscide alcaloides que son capaces de estimular las neuronas del sistema nervioso central y periférico, los Anopla en cambio, producen proteínas neurotóxicas y citotóxicas en la piel y la probóscide (Kem *et al.* 2006). Estudios de la actividad farmacológica de los compuestos secretados por estos animales, pueden contribuir al avance de la biosprospección en el país generando insumos que permitan a los investigadores generar opciones farmacológicas a partir de los productos naturales de los nemertinos.

Con el fin de facilitar la distinción de las especies de nemertinos encontradas en el área de Santa Marta, se presenta una clave dicotómica para su identificación:

**Clave taxonómica para la identificación de los nemertinos que se encuentran asociados al litoral rocoso del área de Santa Marta**

1. a. Rincocele y boca abren independientes..... 2  
 b. Rincocele y boca con una abertura común..... 7
2. a. Boca muy por detrás del ganglio cerebral, color marrón claro con anillos de tamaño más o menos regular con excepción de los primeros cuatro que son más anchos. El gusano elabora un tubo de moco color miel en donde habita *Tubulanus rhabdotus*  
 b. Boca inmediatamente después del ganglio cerebral..... 3
3. a. Surcos cefálicos laterales longitudinales profundos a cada lado de la cabeza..... 4  
 b. Surcos cefálicos laterales longitudinales poco profundos casi invisibles, cabeza distinguible del resto del cuerpo con numerosos ocelos en los márgenes, color blanco lechoso con líneas marrón rojizo anchas e incompletas.... *Baseodiscus delineatus*
4. a. Ocelos presentes en líneas irregulares a cada lado de la cabeza..... 5  
 b. Sin ocelos..... 6
5. a. Color violeta oscuro con dos líneas longitudinales de puntos blancos alargados, unidos transversalmente por líneas finas de color blanco..... *Lineus stigmatus*  
 b. Color verde oliva con detalles más oscuros (manchas) en la superficie dorsal, zona ventral color crema. Numerosos ocelos ubicados en dos líneas irregulares a cada de la cabeza..... *Micrura chloropardalis*
6. a. Color naranja brillante degradado a amarillo hacia el margen posterior, cabeza triangular, boca ventral parecida a una hendidura..... *Micrura ignea*  
 b. Color negro con excepción de los márgenes anterior y posterior y los surcos cefálicos que son blancos, boca grande y longitudinal, posterior a los surcos cefálicos. Cirro caudal presente..... *Dushia cf. atra*
7. a. Estatocistos presentes en el centro de los lóbulos cerebrales superiores, pequeño tamaño (<3mm), habitan entre los granos de arena..... 8  
 b. Estatocistos ausentes..... 9
8. a. Rincocele grande (> 1/2 del cuerpo), estatocistos con tres estatolitos, estilete central liso y más grande que la base, sin disco suctor..... *Ototyphlonemertes erneba*

- b. Rincocele pequeño (<1/3 del cuerpo), estatocistos con más de tres estatolitos ( $\pm 10$ ), estilete central esculpido en espiral y más o menos del mismo tamaño que la base, disco suctor presente en la región caudal..... *Otocyphlonemertes lactea*
9. a. Cuatro ocelos presentes en la parte anterior (cabeza)..... 10
- b. Más de cuatro ocelos presentes en la parte anterior..... 11
10. a. Dos líneas longitudinales color marrón rojizo en la parte dorsal unidas en los márgenes anterior y posterior del cuerpo..... *Nemertopsis bivittata*
- b. Sin líneas marrón rojizo en la superficie dorsal..... *Tetrastemma* spp.
11. a. Ocelos post cerebrales corriendo paralelos a los cordones nerviosos longitudinales lejos hacia la parte posterior..... 12
- b. Sin ocelos post cerebrales corriendo paralelos a los cordones nerviosos..... 13
12. a. Color rosa fresa en vida , rincocele extendido hasta más o menos la mitad del cuerpo..... *Zygonemertes fragariae*
- b. Color verdoso, amarillento o blanco en vida, rincocele extendido casi hasta la parte final del cuerpo..... *Zygonemertes virescens*
13. a. Crestas epiteliales presentes en la región cefálica..... 14
- b. Sin crestas epiteliales en la región cefálica..... 15
14. a. Una cresta epitelial mediodorsal presente en la parte anterior, Color rojo brillante sin diseños, numerosos ocelos (>20) dispuestos en filas irregulares en la cabeza..... *Cratenemertidae* sp.
- b. Cinco crestas epiteliales a cada lado de la cabeza que dividen los surcos cefálicos. Color gris a marrón, más oscuro en la cabeza y la línea media, y más claro en la superficie ventral. Numerosos ocelos grandes arreglados en líneas irregulares..... *Punnettia natans*
15. a. Color marrón oscuro con excepción de los márgenes del cuerpo que son blancos, ocelos precerebrales ubicados en el margen anterior de la cabeza..... *Amphiporus texanus*
- b. Color Amarillo pálido, blanco o lechoso..... 16
16. a. Color amarillo pálido con tres líneas rojas brillantes que corresponden a los vasos sanguíneos, estilete central delgado soportado en una base cilíndrica..... *Amphiporus cruentatus*
- b. Color amarillo a gris lechoso con pigmentación naranja en la zona cefálica que corresponde a los ganglios cefálicos, estilete central grueso soportado en una base constreñida en la parte media..... *Amphiporus* cf. *ochraceus*

## Caracterización Molecular

Se obtuvo un total de ocho secuencias que luego de ser alineadas, cortadas, corregidas en sus marcos de lectura e ilustradas tuvieron una longitud de 573 nucleótidos (Fig. 8). Las secuencias corresponden a las especies *Amphiporus texanus* (una secuencia), Cratenemertidae sp. (dos secuencias), *Micrura ignea* (una secuencia), *Nemertopsis bivittata* (una secuencia), *Otocyphlonemertes lactea* (una secuencia) y *Zygonemertes virescens* (dos secuencias). La composición promedio de nucleótidos fue: Timina (43,4%), Citosina (14,7%), Adenina (19,5%) y Guanina (22,4%) (Tabla 2, Fig. 7). Esta composición nucleotídica está generalizada en el genoma mitocondrial de los nemertinos, donde se observa un mayor uso de Timina seguido por Guanina, Adenina y Citosina; estas variaciones en el porcentaje de bases y el uso de las mismas ha sido discutida como una posible señal filogenética (Chen *et al.* 2012).

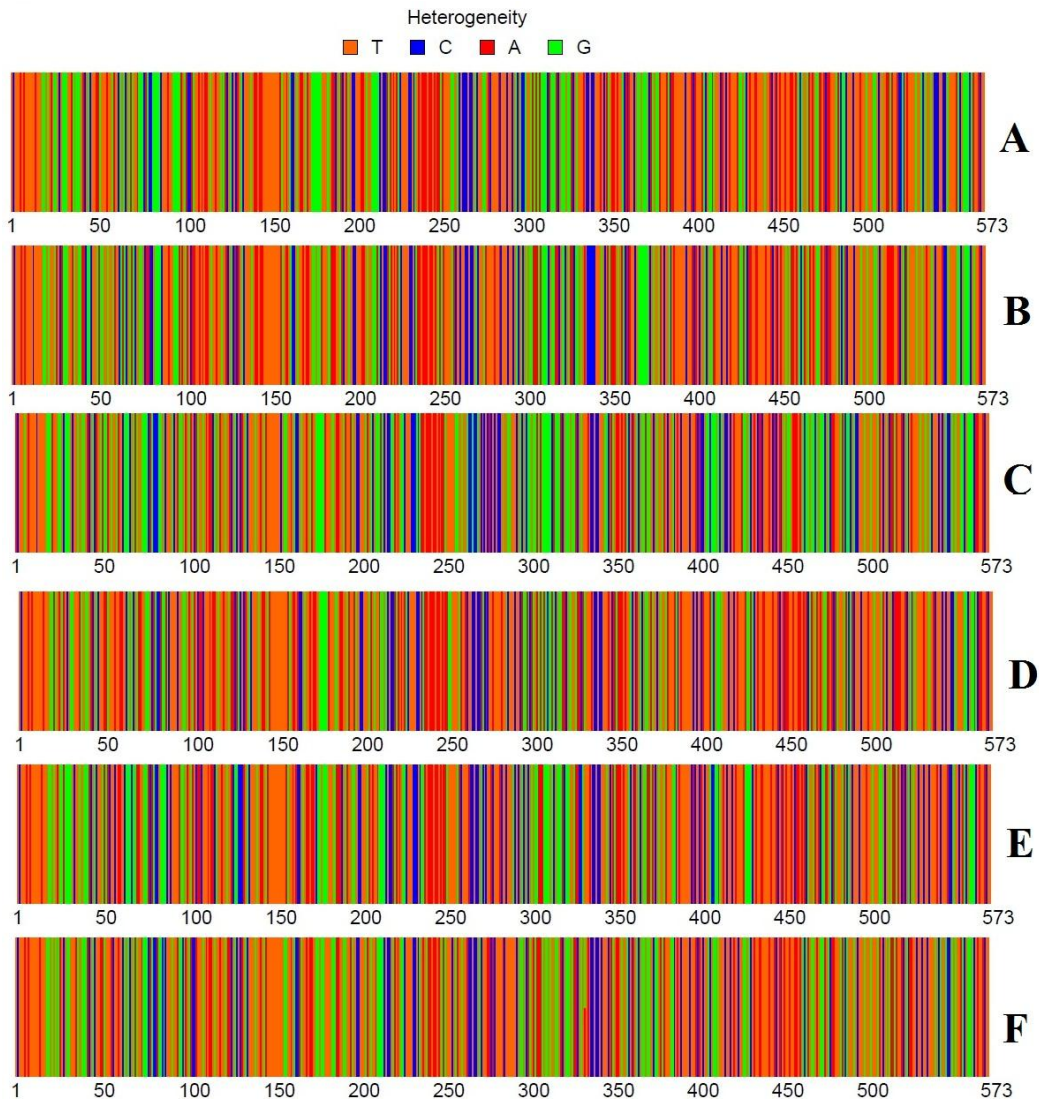


Figura. 8. Ilustración de la heterogeneidad de las secuencias obtenidas a partir de un fragmento del gen COI. Los perfiles de COI fueron realizados mediante la herramienta en línea FINGERPRINT. A. *Amphiporus texanus*; B. Cratenemertidae sp.; C. *Micrura ignea*; D. *Nemertopsis bivittata*; E. *Otocyphlonemertes lactea*; F. *Zygonemertes virescens*.

**Tabla 2.** Composición nucleotídica en seis especies de nemertinos, los promedios de uso de bases están resaltados en negrita.

Especie	Nucleótido			
	T	C	A	G
<i>Amphiporus texanus</i>	42,7	15,1	19,2	23,0
<i>Cratenemertidae</i> sp.	43,4	13,8	21,1	21,7
<i>Cratenemertidae</i> sp. 2	44,2	13,8	20,2	21,7
<i>Micrura ígnea</i>	39,3	17,1	16,0	27,6
<i>Nemertopsis bivitatta</i>	44,2	13,6	23,5	18,7
<i>Ototyphlonemertes lactea</i>	42,6	16,1	19,7	21,6
<i>Zygonemertes virens</i> 1	45,5	14,1	17,9	22,5
<i>Zygonemertes virens</i> 2	45,2	14,0	18,2	22,6
<b>Promedio</b>	<b>43,4</b>	<b>14,7</b>	<b>19,5</b>	<b>22,4</b>

Las especies con más de una secuencia -*Cratenemertidae* sp. y *Zygonemertes virens* mostraron valores de separación intraespecífica de 0% y 0,2% respectivamente (Tabla 3); el promedio de separación interespecífica fue de 23,6% con valores que van desde 18,9% (*Amphiporus texanus* - *Cratenemertidae* sp.) hasta 33,5% (*Ototyphlonemertes lactea* - *Micrura ígnea*) sin considerar el grupo externo, que tuvo con el resto de las especies una separación mayor a 40% (Tabla 3). Esta separación (pequeña entre individuos de la misma especie y mayores entre individuos de diferentes especies) ha sido resaltada como importante en la delimitación de las especies mediante la técnica de códigos de barras, ya que en esta se requiere que los caracteres moleculares varíen entre diferentes especies y sean poco variables entre los individuos de la misma especie (Hebert *et al.* 2003; Weigt *et al.* 2012).

Separaciones intraespecíficas con rangos de 0 a 3.35% y separaciones interespecíficas mayores al 4% han sido halladas en dípteros y lepidópteros (Hebert *et al.* 2003; Meier *et al.* 2006), estos promedios de separación son similares a los encontrados en nemertinos. En algunos estudios se ha propuesto la redefinición del concepto de especies bajo la noción de umbrales de divergencia de secuencias y se ha aplicado en grupos como lepidópteros con umbrales mayores al 3% (Hebert *et al.* 2003; Spouge & Mariño-Ramírez 2012). En el caso de los nemertinos esta técnica parece ser útil, sin embargo, para una correcta aplicación es necesario la inclusión de más especies y más individuos de la misma especie en los análisis, esto con el fin de establecer los umbrales con una mayor exactitud. También, se debe tener en cuenta para una correcta delimitación de los umbrales, las controversias que estos han generado por su confiabilidad, universalidad, solapamiento y arbitrariedad en su selección (Ferguson 2002; Will & Rubinoff 2004; Meier *et al.* 2006).

Aunque se ha planteado que con las nuevas técnicas de biología molecular los códigos de barras a futuro se convertirían en obsoletos (Taylor & Harris 2012), genes del genoma mitocondrial de los nemertinos como COI, COX3 y 16S han resultado ser útiles en estudios poblacionales e identificación de haplotipos, especies crípticas y nuevas especies dentro del grupo (v.g. Strand *et al.* 2005; Thornhill *et al.* 2008; Sundberg *et al.* 2010; Tulchinsky *et al.* 2011; Andrade *et al.* 2011b).

Además, fragmentos de COI son secuenciados casi siempre en estudios sobre filogenia, descripción de nuevas especies y estudios de genomas mitocondriales (v.g. Tholleson & Norenburg 2003, Puerta *et al.* 2010, Andrade *et al.* 2011a, Kajihara *et al.* 2011, Chen *et al.* 2012, entre otros), haciendo que estos se encuentren ampliamente documentados en la literatura y sean de libre acceso en bases de datos como GenBank o BOLD systems.

Debido a que el gen COI de los nemertinos es fácilmente obtenido a partir de material fresco, en contraste con los arduos procesos histológicos necesarios en la taxonomía clásica y las ambigüedades que se discutieron en la sección anterior, los códigos de barras genéticos generados a partir de fragmentos de COI son probablemente una buena opción para una identificación confiable y sencilla de los nemertinos, más aún si estos se aplican en un nivel regional o local.

**Tabla 3.** Matriz de divergencia intra e interespecífica en seis especies de nemertinos de la región de Santa Marta, el grupo externo está resaltado en negrita. En negro se encuentran los valores absolutos de diferencias de las intersecciones y en rojo se muestran los errores estándares para cada intersección. Los datos fueron obtenidos usando el modelo de distancia K2P.

	<i>Terebratalia transversa</i>	<i>Amphiporus texanus</i>	<i>Cratenemertidae</i> sp.	<i>Cratenemertidae</i> sp. 2	<i>Micrura ígnea</i>	<i>Nemertopsis bivitata</i>	<i>Ototyphlonemertes lactea</i>	<i>Zygonemertes virescens</i> 1	<i>Zygonemertes virescens</i> 2
<b><i>Terebratalia transversa</i></b>	-	0,047	0,056	0,056	0,050	0,052	0,056	0,053	0,053
<i>Amphiporus texanus</i>	0,426	-	0,023	0,023	0,032	0,025	0,033	0,025	0,025
<i>Cratenemertidae</i> sp.(eje. 1)	0,494	0,189	-	0,000	0,035	0,026	0,031	0,028	0,029
<i>Cratenemertidae</i> sp. (eje. 2)	0,494	0,189	0,000	-	0,035	0,026	0,031	0,028	0,029
<i>Micrura ígnea</i>	0,450	0,287	0,310	0,310	-	0,035	0,039	0,034	0,034
<i>Nemertopsis bivitata</i>	0,480	0,205	0,211	0,211	0,306	-	0,026	0,028	0,028
<i>Ototyphlonemertes láctea</i>	0,519	0,280	0,263	0,263	0,335	0,220	-	0,029	0,029
<i>Zygonemertes virescens</i> 1	0,508	0,213	0,257	0,257	0,292	0,241	0,256	-	0,002
<i>Zygonemertes virescens</i> 2	0,508	0,213	0,260	0,260	0,292	0,241	0,256	0,002	-



## 10. CONCLUSIONES

17 especies representan nuevos registros para el país: *Amphiporus cruentatus*, *Amphiporus cf. ochraceus*, *Amphiporus texanus*, *Baseodiscus delineatus*, *Cratenemertidae sp.*, *Dushia cf. atra*, *Lineus stigmatus*, *Micrura ignea*, *Micrura chlorapardalis*, *Nemertopsis bivittata*, *Punnettia cf. natans*, *Tetrastemma sp.1*, *Tetrastemma sp.2*, *Tetrastemma sp.3*, *Tubulanus rhabdotus*, *Zygonemertes fragariae* y *Zygonemertes virescens*. Estos resultados incrementan el conocimiento de la diversidad de nemertinos en el país de 2 a 19 especies.

La región de Santa Marta es potencialmente una zona con alta diversidad de nemertinos, considerando que en un área de muestreo relativamente pequeña se encontró una representatividad del 40% de las especies registradas en Caribe.

La mayoría de las especies encontradas en los litorales rocosos de la región, han sido previamente registradas en varias localidades en Panamá, Golfo de México y el Océano Atlántico en Brasil, poniendo de manifiesto la conexión que existe entre estas regiones.

La generación de un catálogo fotográfico, una clave taxonómica, una colección de referencia y códigos de barras genéticos, representan un gran avance para el reconocimiento de la biodiversidad de Colombia y una herramienta útil para futuras investigaciones que se realicen sobre este grupo de invertebrados.

Los nemertinos han sido considerados como útiles para el hombre en muchos aspectos, especies como *Micrura chlorapardalis* y *Dushia cf. atra*, y en general todas las de la familia Lineidae presentes en el país, pueden ser utilizadas en estudios sobre regeneración de tejidos celulares y en el campo económico se podrían emplear como cebo en la pesca deportiva; en el caso de los Hoplonemertea, todas las especies representan un potencial para la bioprospección ya que presentan un coctel de sustancias químicas farmacológicamente activas.

Los avances que se realicen en el estudio de la biología de estos organismos y su aplicación, involucran un profundo conocimiento taxonómico de las especies, posibilitado solamente por la generación de nuevos proyectos de investigación que respondan a las necesidades más básicas dentro de estos singulares organismos.

## 11. REFERENCIAS

Andrade, C. (2003) Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean Coast. *Journal of Geophysical Research* 108 (C6): 16-1 - 16-11.

Andrade, S. Strand, M. Schwartz, M. Chen, H. Kajihara, H. von Döhren, J. Sun, S. Junoy, J. Thiel, M. Norenburg, J. Turbeville, J. Giribet, G. Sundberg, P. (2011a) Disentangling ribbon worm relationships: multi-locus analysis supports traditional classification of the phylum Nemertea. *Cladistics* 28: 141-159.

Andrade, S., Norenburg, J., Solferini, V. (2011b) Worms without borders: Genetic diversity patterns in four Brazilian *Otocyphlonemertes* species (Nemertea, Hoplonemertea). *Marine Biology* 158 (9): 2109-2124.

Beal, B. (2006) Relative importance of predation and intraspecific competition in regulating growth and survival of juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., at several spatial scales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 336: 1–17.

Beckers, P. (2012) Nemertean nervous system: a comparative analysis. Phd thesis. Rheinische Friedrich-Wilhelm Universität Bonn, Mathematisch, Naturwissenschaftliche Fakultät.

Bierne, J. (1980) Viable animals obtained by grafting pieces from several nemertean adults. *Transplantation* 29(1): 74-76.

Bierne, J. (1990) *Lineus* as a model for studying developmental processes in animals reconstructed from adult pieces. *The International Journal of Developmental Biology* 34: 245-253.

Bourque, D., Miron, G., Landry, T. (2001) Predation on soft-shell clams (*Mya arenaria*) by the nemertean *Cerebratulus lacteus* in Atlantic Canada: implications for control measures. *Hydrobiologia* 456, 33–44.

Caplins, S. & Turbeville, J. (2011) Feeding rates of the nemertean *Prosorhochmus americanus* (Hoplonemertea) on two species of *gammaridean amphipods*. *Invertebrate Biology* 130(1): 34–42.

Caplins, S., Norenburg, J., Turbeville, J. (2012) Molecular and Morphological Variation in the Barnacle Predator *Nemertopsis bivitatta* (Nemertea, Hoplonemertea). *Integrative and Comparative Biology* 52: E24-E24

Chen, H., Sundberg, P., Norenburg, J. (2009) The complete mitochondrial genome of *Cephalothrix simula* (Iwata) (Nemertea: Palaeonemertea). *Gene* 442(1-2): 8-17.

Chen, H., Sundberg, P., Wu, H., Sun, S. (2011) The mitochondrial genomes of two nemerteans, *Cephalothrix* sp. (Nemertea: Palaeonemertea) and *Paranemertes* cf. *peregrina* (Nemertea: Hoplonemertea). *Molecular Biology Reports* 38(7): 4509-4525.

Chen, H., Sun, S., Sundberg, P., Ren, W., Norenburg, J. (2012) A comparative study of nemertean complete mitochondrial genomes, including two new ones for *Nectonemertes* cf. *mirabilis* and *Zygeupolia rubens*, may elucidate the fundamental pattern for the phylum Nemertea. *Genomics* 13(139): 1-18.

- Chernyshev, A. (2003) Classification System of the Higher Taxa of Enoplan Nemerteans (NEMERTEA, ENOPLA). *Russian Journal of Marine Biology* 29(1): S57-S65.
- Coe, W. (1901) The nemerteans of Porto Rico. *Bulletin of the United States Fish Commission* 2: 223-229.
- Coe, W. (1929) Regeneration in nemerteans. *Journal of Experimental Zoology* 54(3): 411-459.
- Coe, W. (1930) Regeneration in nemerteans. II. Regeneration of small sections of the body split or partially split longitudinally. *Journal of Experimental Zoology* 57(1) 109-144.
- Coe, W. (1932) Regeneration in nemerteans. III. Regeneration in *Lineus pictifrons*. *Journal of Experimental Zoology* 61(1): 29-43.
- Coe, W. (1934a). Analysis of the regenerative processes in Nemerteans. *Biological Bulletin* 66: 304-315.
- Coe W. (1934b) Regeneration in nemerteans. IV. Cellular changes involved in restitution and reorganization. *Journal of Experimental Zoology* 67(2): 283-314.
- Coe, W. (1940) Revision of the Nemertean Fauna of the Pacific Coasts of North, Central, and Northern South America. *Allan Hancock Pacific Expedition* 2(13): 247-323.
- Coe, W. (1943) Biology of the nemertean of the Atlantic coast of North America. *Transactions of Connecticut Academy Arts and Science* 35: 129–328.
- Collin, R., Díaz, C., Norenburg, J., Rocha, R., Sánchez, J., Schulze, A., Schwartz, M., Valdés, A. (2005) Photographic identification guide to some common marine invertebrates of Bocas del Toro, Panama. *Caribbean Journal of Science* 41 (3): 638-707.
- Corrêa, D. (1948) *Ototyphlonemertes* from the Brazilian Coast. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 49 (2): 13.
- Corrêa, D. (1949). Ecological Study of Brazilian *Ototyphlonemertes*. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 55 (3): 1- 7.
- Corrêa, D. (1950) Sobre *Ototyphlonemertes* do Brasil. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Universidade de São Paulo* 15: 263-286.
- Corrêa, D. (1954) Nemertinos do litoral Brasileiro. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências Universidade de São Paulo* 19:1-122.
- Corrêa, D. (1955) Os generos *Emplectonema Stimpson* e *Nemertopsis Burger* (Hoploneimertini Monostilifera). *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Universidade de São Paulo* 20: 67-78.
- Corrêa, D. (1957) Nemertinos do litoral Brasileiro - VI. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* 29: 251-271.

Corrêa, D. (1958) Nemertinos do litoral Brasileiro - VII. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* 29: 441-451.

Corrêa, D. (1961) Nemerteans from Florida and Virgin Islands. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 11: 1-44.

Corrêa, D. (1963) Nemerteans from Curaçao. *Studies on the fauna of Curaçao and other Caribbean islands* 17:41-56.

Corrêa, D. (1966) A new hermaphroditic nemertean. *Anais Academia Brasileiro Ciência* 38(2): 365-369.

Díaz, J. & Acero, A. (2003) Marine biodiversity in Colombia: achievements, status of knowledge, and challenges. *Gayana* 67 (2): 261–274.

Dueñas, R. (1998) Sucesión, distribución y ecología de las comunidades macrozoobentónicas de fondos blandos de la región de Santa Marta, con énfasis en los poliquetos (Annelida). Informe final Instituto de Investigaciones Marinas y Costera Jose Benito Vives de Andreis (INVEMAR). Santa Marta.

Envall, M. & Norenburg, J. (2001) Morphology and systematics in mesopsammic nemerteans of the genus *Ototyphlonemertes* (Nemertea, Hoplonemertea, Ototyphlonemertidae). *Hydrobiologia* 456: 145–163

Ferguson, J. (2002) On the use of genetic divergence for identifying species. *Biological Journal of the Linnean Society* 75(4): 509–516.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R. (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3: 294–299.

García, F., Palacio, C., García, U. (2011) Constituyentes de marea en la bahía de Santa Marta (Colombia). *Dyna* 78(167): 142-150.

Gibson, R. (1973) A new littoral Hoplonemertean (*Divanella evelinae*, gen. et sp. nov.) from the coast of Brazil. *Bulletin of Marine Science* 23 (4): 794-810.

Gibson, R. (1985) The Need for a Standard Approach to Taxonomic Descriptions of Nemerteans. *American Zoologist* 25: 5-14.

Gibson, R. (1998) Epilogue-one hundred years of nemertean research: Bürger (1895) to the present. *Hydrobiologia* 368: 301–310.

Gibson R (2013) *Nemertopsis bivittata* (Delle Chiaje, 1841). In: Norenburg J, Gibson R (2013) World Nemertea database. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=122715> on 2013-05-14.

Hebert, P., Cywinska, A., Ball, S., deWaard, J. (2003) Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society London B* 270: 313–321.

- Hebert, P. & Gregory, R. (2005) The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy. *Systematic Biology* 54(5):852–859.
- Hyman, L. (1951) The invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela, the acoelomate bilateria. Vol. II. Mc. Graw Hill. United States of America.
- INVEMAR. 2008. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: año 2007. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta.
- Kajihara, H., Chernyshev, A., Sun, S., Sundberg, P., Crandall, F. (2008) Checklist of nemertean genera and species (Nemertea) published between 1995 and 2007. *Spec Diver* 13: 245–274.
- Kajihara, H., Olympia, M., Kobayashi, N., Katoh, T., Chen, H., Strand, M., Sundberg, P. (2011) Systematics and phylogeny of the hoplonemertean genus *Diplomma* (Nemertea) based on molecular and morphological evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society* 161 (4): 695-722.
- Kem, W., Abbott, B., Coates, R. (1971) Isolation and structure of a hoplonemertine toxin. *Toxicon* 9: 15-22.
- Ke, W. (1976) Purification and characterization of a new family of polypeptide neurotoxins from the heteronemertine *Cerebratulus lacteus* (Leidy). *The Journal of Biological Chemistry* 251: 4184-4192.
- Kem, W., Scott, K., Duncan, J. (1976) Hoplonemertine worms - a new source of pyridine neurotoxins. *Experientia*, 32: 684-686.
- Kem, W., Mahnir, V., Papke, R., Lingle, C. (1997) Anabaseine is a potent agonist upon muscle and neuronal alpha-bungarotoxin sensitive nicotinic receptors. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 283: 979-992.
- Kem, W., Mahnir, V., Prokai, L., Papke, R., Cao, X., LeFrancois, S., Wildeboer, K., Porter-Papke, J., Prokai-Tatrai, K., Soti, F. (2004) Hydroxy metabolites of the Alzheimer's drug candidate DMXBA (GTS-21): Their interactions with brain nicotinic receptors, and brain penetration. *Molecular Pharmacology* 65: 56-67.
- Kem, W., Soti, F., Wildeboer, K., Le Francois, S., Mac Dougall, K., Wei, D., Chou, K., Arias, H. (2006) The Nemertine Toxin Anabaseine and its Derivative DMXBA (GTS-21): Chemical and Pharmacological Properties. *Marine Drugs* 4: 255-273.
- Kern, W. (1971) A study of the occurrence of anabaseine in *Paranemertes* and other nemertines. *Toxicon* 9: 23-32.
- Kimura, M. (1980) A Simple Method for Estimating Evolutionary Rates of Base Substitutions Through Comparative Studies of Nucleotide Sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16: 111-120.
- Kirsteuer, E. (1973) A new Polystiliferous Hoplonemertean, *Curranemertes natans* gen. et sp. n., from the Caribbean Sea (Nemertina, Polystilifera Reptantia). *Zoologica Scripta* 2:125-140.

- Kirsteuer, E. (1974) Description of *Poseidonemertes caribensis* sp. n., and discussion of other taxa of Hoplonemertini Monostilifera with divided longitudinal musculature in the body wall. *Zoologica Scripta* 3:153-166.
- Kirsteuer, E. (1977) Remarks on taxonomy and geographic distribution of the genus *Ototyphlonemertes* Diesing (Nemertina, Monostilifera). *Mikrofauna Meeresboden* 61: 167-181.
- López, E. (1981) Estudio ecológico comparativo de la fauna macrobentónica de las bahías de Colombia y Grande del Golfo de Uraba. Tesis universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ciencias del mar departamento de biología marina.
- Lou, M. & Golding, G. (2007) fingerprint: visual depiction of variation in multiple sequence alignments. *Molecular Ecology Notes* 7(6): 908–914.
- Maslakova, S. & Norenburg, J. (2001) Phylogenetic study of pelagic nemerteans (Pelagica, Polystilifera). *Hydrobiologia* 456: 111-132.
- Maslakova, S. & Norenburg, J. (2008) Revision of the smiling worm, genus *Prosorhochmus* Keferstein, 1862 and descriptions of a new species, *Prosorhochmus belizeanus* sp. nov. (Prosorhochmidae, Hoplonemertea, Nemertea) from Florida and Belize. *Journal of Natural History* 42: 1219-1260.
- Mateos, E. & Giribet, G. (2008) Exploring the molecular diversity of terrestrial nemerteans (Hoplonemertea, Monostilifera, Acteonemertidae) in a continental land mass. *Zoologica Scripta* 37 (3): 235-243.
- Meier, R., Shiyang, K., Vaidya, G., NG, P. (2006) DNA Barcoding and Taxonomy in Diptera: A Tale of High Intraspecific Variability and Low Identification Success. *Systematic Biology* 55(5): 715-728.
- McDermott, J. & Gibson, R. (1993) *Carcinonemertes pinnotheridophila* sp. nov. (Nemertea, Enopla, Carcinonemertidae) from the branchial chambers of *Pinnixa chaetoptera* (Crustacea, Decapoda, Pinnotheridae): description, incidence and biological relationships with the host. *Hydrobiologia* 266: 57-80.
- McDermott, J. (2001) Status of the Nemertea as prey in marine ecosystems. *Hydrobiologia* 456: 7-20.
- Norenburg J (1986) Redescription of a brooding nemertine, *Cyanophthalma obscura* (Schultze) gen. et comb.n., with observations on its biology and discussion of the species of *Prostomatella* and related taxa. *Zoologica Scripta* 15(4): 275-293.
- Norenburg, J. (2009) Nemertean of the Gulf of Mexico. In: Tunnell, J., Felder, D., Earle, S. (Eds) Gulf of Mexico origin, water and biota. Texas A and M University Press. Vol.1. Biodiversity, 553-560.
- Norenburg, J. (2013) *Nemertopsis bullocki* Coe 1940. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=730401> on 2013-06-03.
- Okolodkov, Y. (2010) Biogeografía Marina. Universidad Autónoma de Campeche. Pág. 217.

- Otero, A. & Romani, J. (2009) Macroinvertebrados asociados a pastos marinos (*Thalassia testudinum*) en el Golfo de Morrosquillo (zona de berrugas) departamento de Sucre. Universidad de Sucre Facultad de Educación y Ciencias, Programa de Biología con énfasis en Biotecnología.
- Podsiadlowski, L., Braband, A., Struck, T., von Döhren, J., Bartolomaeus, T. (2009) Phylogeny and mitochondrial gene order variation in Lophotrochozoa in the light of new mitogenomic data from Nemertea. *BMC Genomics* 10:364.
- Puerta, P., Andrade, S., Junoy, J. (2010) Redescription of *Lineus acutifrons* Southern, 1913 (Nemertea: Pilidiophora) and comments on its phylogenetic position. *Journal of Natural History* 44: 37–40.
- Quiroga, S., Bolaños, D., Litvaitis, M. (2004) A checklist of polyclad flatworms (Platyhelminthes: Polycladida) from the Caribbean coast of Colombia, South America. *Zootaxa* 633: 1-12.
- Riser, N. (1991) New Zealand nemertines from kelp holdfasts: Heteronemertinea II. *Notospermus geniculatus* (Delle Chiaje, 1828) n. comb. *New Zealand Journal of Zoology* 18: 427-438.
- Roe, P. (1976) Life history and predator-prey interactions of the nemertean *Paranemertes peregrina* Coe. *Biological Bulletin* 150:80-106.
- Roe, P. (1988) Ecological implications of the reproductive biology of symbiotic nemerteans. *Hydrobiologia* 156: 13-22.
- Salazar, S., González, N., Schwindt, E. (2008) Taxonomía de invertebrados marinos: necesidades en Latinoamérica. *Interciencia* 33(7): 510-517.
- Sánchez, T. (2010) Descripción de las Comunidades Macrobentónicas Asociadas a Fondos Blandos en el Costado Sur de la Bahía de Taganga, Caribe Colombiano, Durante la Época Seca. Tesis de Grado, Universidad del Magdalena Facultad de Ciencias Básicas Programa de Biología. Santa Marta (Magdalena).
- Santos, E. (1974) *Nemertinos (heteronemertini e hoplonemertini) do Brasil (Estado de São Paulo)*. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Santos, C., Norenburg, J., Bueno, S. (2006) Three new species of *Carcinonemertes* (Nemertea: Carcinonemertidae) from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Natural History* 40: 915-930.
- Schwartz, M. & Norenburg, J. (2001) Can we infer heteronemertean phylogeny from available morphological data?. *Hydrobiologia* 456:165-174.
- Schwartz M & Norenburg J. (2005) Three New Species of *Micrura* (Nemertea: Heteronemertea) and a New Type of Heteronemertean Larva from the Caribbean Sea. *Caribbean Journal of Science* 41(3): 528-543.
- Schwartz, M. (2009) Untying a Gordian knot of worms: Systematics and taxonomy of the Pilidiophora (phylum Nemertea) from multiple data sets. PhD thesis, Washington D. C., United States of America: University The George Washington.

- Spouge, J., & Mariño-Ramírez, L. (2012) The Practical Evaluation of DNA Barcode Efficacy. In: Kress, J. & Erickson, D. (Eds) DNA Barcodes Methods and Protocols. Humana Press, Springer Protocols.
- Srivathsan, A. & Meier, R. (2012) On the inappropriate use of Kimura-2-parameter (K2P) divergences in the DNA-barcoding literature. *Cladistics* 28: 190-194.
- Stiasny-Wijnhoff, G. (1925) On a collection of nemerteans from Curaçao. *Bijdragen Tot De Dierkunde*. 24:97-120.
- Strand, M. (2002) Inventory of the ribbon worms (Phylum Nemertea) of Faial and Pico Islands, Azores. *Arquipélago. Life and Marine Sciences*, 19A, 101-102.
- Strand, M. & Sundberg, P. (2005) Genus *Tetrastema* Ehrenberd, 1831 (Phylum Nemertea) A natural group? Phylogenetic relationships inferred from partial 18 S rRNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 144-152.
- Strand, M., Hjelmgren, A., Sundberg, P. (2005) Genus *Baseodiscus* (Nemertea: Heteronemertea): Molecular identification of a new species in a phylogenetic context. *Journal of Natural History* 39(44): 3785-3793.
- Struck, T. & Fisse, F. (2008) Phylogenetic position of Nemertea derived from phylogenomic data. *Molecular Biology and Evolution* 25(4): 728-736.
- Sun, S. & Dong, S. (1998) Redescription and taxonomic reconsideration of *Nemertopsis gracilis* var. *bullocki* Coe, 1940. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 16(3): 271-279.
- Sundberg, P. & Strand, M. (2007) Genetics do not reflect habitat differences in *Riseriellus occultus* (Heteronemertea, Nemertea) from Spain and Wales. *Marine Biology* 3(2): 117-122.
- Sundberg, P., Thuroczy, Vodoti., E. Strand, M. (2010) DNAbarcoding should accompany taxonomy – the case of *Cerebratulus* spp (Nemertea). *Molecular Ecology Resources* 10: 274–281.
- Tamura, K., Peterson, N., Peterson, G., Stecher, M., Nei, S. (2011) MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution*. 28(10): 2731–2739.
- Taylor, H. & Harris, W. (2012) An emergent science on the brink of irrelevance: a review of the past 8 years of DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources* 12: 377–388.
- Thiel, M. & Kruse, I. (2001) Status of the Nemertea as predators in marine ecosystems. *Hydrobiologia* 456: 21–32.
- Thiel, M. & Junoy, J. (2006) Mating behavior of nemerteans: present knowledge and future directions. *Journal of Natural History* 40(15-16): 1021-1034.
- Thollessen, M. & Norenburg, J. (2003) Ribbon worm relationships: a phylogeny of the phylum Nemertea. *The Royal Society* 270 (1513): 407-415.
- Thornhill, D., Mahon, A., Norenburg, J., Halanych, K. (2008) Open-ocean barriers to dispersal: a



test case with the Antarctic Polar Front and the ribbon worm *Parborlasia corrugatus* (Nemertea: Lineidae). *Molecular Ecology* 17, 5104-5117.

Trujillo, C., Sosa, Z., Linero, K. (2009) Estructura de la macroinfauna asociada a los fondos blandos del Caribe norte colombiano. *Revista del instituto de investigaciones tropicales* 4: 101-112.

Tulchinsky, A., Norenburg, J., Turbeville, J. (2011) Phylogeography of the marine interstitial nemertean *Ototyphlonemertes parmula* (Nemertea, Hoplonemertea) reveals cryptic diversity and high dispersal potential. *Marine Biology* 159(3): 661-674.

Turbeville, J. & Ruppert, E. (1985) Comparative ultrastructure and the evolution of nemertines. *American Zoology* 25: 53-71.

Turbeville, J. (2002) Progress in Nemertean Biology: Development and Phylogeny. *Integrative and Comparative Biology* 42: 692-703.

Turbeville, J. & Smith, D. (2007) The partial mitochondrial genome of the *Cephalothrix rufifrons* (Nemertea, Palaeonemertea): characterization and implications for the phylogenetic position of Nemertea. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43(3): 1056-1065.

Verrill, A. (1900) Additions to the Turbellaria, Nemertina, and Annelida of the Bermudas, with revisions of some New England genera and species. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. 10: 595-671.

Vides, M. (1999) La macrofauna de fondos blandos del Golfo de Salamanca (Caribe Colombiano) estructura espacial y dinámica temporal. Tesis de Grado. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de biología marina.

Weigt, L., Driskell, A., Ormos, A. Meyer, C. (2012). Introduction to Animal DNA Barcoding Protocols. In: Kress, J. & Erickson, D. (Eds) DNA Barcodes Methods and Protocols. Humana Press, Springer Protocols.

Wickham, D. (1979) Predation by the nemertean *Carcinonemertes errans* on eggs of the Dungeness crab *Cancer magister*. *Marine Biology* 55(1): 45-53.

Will, K. & Rubinoff, D. (2004) Myth of the molecule: DNA barcodes for species cannot replace morphology for identification and classification. *Cladistics* 20(1): 47-55.

Zhuravleva, N. Korotkevich, V. Korotkova, G. (1970) Regenerative morphogenesis in nemerteans. *Arkhiv anatomii, gistologii i émbriologii* 59(7): 12-22.