



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL EN LA COMPOSICIÓN Y  
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE HIDROMEDUSAS  
(Cnidaria: Hydrozoa) EN LA LAGUNA HIPERSALINA RÍO  
LAGARTOS DURANTE UN CICLO ANUAL**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO(A) EN CIENCIAS**  
(BIOLOGÍA MARINA)

PRESENTA:

**BIOL. MAR. JOSÉ PABLO CABRERA MARTÍNEZ**

**TUTOR(A) O TUTORES PRINCIPALES:**

**DRA. VANESA PAPIOL NIEVES**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES (ENES), UNIDAD MÉRIDA, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**

**DR. EDLIN JOSÉ GUERRA CASTRO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES (ENES), UNIDAD MÉRIDA, UNAM

**DR. MANUEL ELÍAS GUTIÉRREZ**

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR (ECOSUR), UNIDAD CHETUMAL

**DR. FRANCISCO XAVIER CHIAPPA CARRARA**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES (ENES), UNIDAD MÉRIDA, UNAM

**DRA. MARIA DE LOS ANGELES MENDOZA BECERRIL**

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NORESTE (CIBNOR), LA PAZ

**ASESOR(A) EXTERNO(A):**

**DR. URIEL ORDÓÑEZ LÓPEZ**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN (CINVESTAV),  
UNIDAD MÉRIDA

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO, NOVIEMBRE, 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



**VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL EN LA COMPOSICIÓN Y  
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE HIDROMEDUSAS  
(Cnidaria: Hydrozoa) EN LA LAGUNA HIPERSALINA RÍO  
LAGARTOS DURANTE UN CICLO ANUAL**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO(A) EN CIENCIAS  
(BIOLOGÍA MARINA)**

PRESENTA:

**BIOL. MAR. JOSÉ PABLO CABRERA MARTÍNEZ**

**TUTOR(A) O TUTORES PRINCIPALES:**

**DRA. VANESA PAPIOL NIEVES**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES (ENES), UNIDAD MÉRIDA, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**

**DR. EDLIN JOSÉ GUERRA CASTRO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES (ENES), UNIDAD MÉRIDA, UNAM

**DR. MANUEL ELÍAS GUTIÉRREZ**

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR (ECOSUR), UNIDAD CHETUMAL

**DR. FRANCISCO XAVIER CHIAPPA CARRARA**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES (ENES), UNIDAD MÉRIDA, UNAM

**DRA. MARIA DE LOS ANGELES MENDOZA BECERRIL**

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NORESTE (CIBNOR), LA PAZ

**ASESOR(A) EXTERNO(A):**

**DR. URIEL ORDÓÑEZ LÓPEZ**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN (CINVESTAV),  
UNIDAD MÉRIDA

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO, NOVIEMBRE, 2022**

## **Agradecimientos académicos**

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología y a la Universidad Nacional Autónoma de México por el aprendizaje otorgado en el plan de estudios y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para poder realizar mis estudios de maestría.

Al Centro Mexicano de Innovación en Energía Océano (CEMIE-Océano), proyecto FSE-2014-06-249795 financiado por CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética.

A mi directora de tesis, Dra. Vanesa Papiol Nieves, por recibirme en el Proyecto CEMIE-Océano y haberme dado la oportunidad de trabajar a su lado, sin su completa confianza y apoyo, la culminación de este proyecto no hubiera sido posible. Agradezco cada consejo, comentario y felicitaciones que recibí de su parte, porque gracias a ello, mi forma de trabajar, mi profesionalismo y mi persona mejoró considerablemente en todos los aspectos.

Al Dr. Uriel Ordóñez López, por haberme inspirado a trabajar con el grupo del zooplancton marino desde los tiempos de mi licenciatura y por haberme presentado a la Dra. Papiol, porque gracias a ello pude retomar mis planes de maestría y seguir cumpliendo mis metas personales.

A la Dra. María A. Mendoza Becerril que me brindó su apoyo y tiempo para la identificación taxonómica de los organismos. Su amplia experiencia en el tema de las medusas, me brindó las herramientas necesarias para poder seguir trabajando con este fantástico grupo, confiando algún día ser tan buen “Medusólogo” como ella.

Al Dr. Edlin José Guerra Castro por todo el conocimiento estadístico y por toda la paciencia que me tuvo durante las clases. Sin su apoyo no tendría las habilidades que ahora tengo con el software estadístico R, me siento agradecido de haber aprendido lo necesario para realizar los respectivos análisis de esta investigación.

Al Dr. Manuel Elías Gutiérrez y al Dr. Francisco Xavier Chiappa Carrara por todos sus comentarios y consejos brindados en cada examen tutorial, sus palabras de aliento me motivaron siempre a seguir adelante y nunca quedarme con dudas.

Al Laboratorio de Biología de la Conservación y sus técnicos responsables (M. en C. Maribel Badillo Alemán y Alfredo Gallardo Torres) por las facilidades brindadas y el uso de los equipos de microscopía y de toma de imágenes.

A la Fundación Pedro y Elena Hernández A.C y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por el apoyo durante los muestreos de campo.

A todos los participantes que apoyaron las campañas de muestreo del proyecto CEMIE-Océano en Río Lagartos, especialmente al M en I. Jesús Aragón González, también a los M en C. Luis Fernando Sauma Castillo y Mariel Abarca Ávila por el apoyo en el procesamiento de las muestras biológicas.

## **Agradecimientos personales**

A la M. en C. Yasmín Dávila Jiménez que me brindó su amistad sincera y apoyo incondicional desde el primer día que llegué al Laboratorio de Biología de la Conservación, su compañía, las risas y el café por las mañanas hicieron más amenas mis días de trabajo.

Al Licenciado en Manejo Sustentable de Zonas Costeras Miguel Eduardo Pérez Martínez por su valiosa amistad y todas las aventuras que pasamos en el Parque Científico, en Sierra Papacal y en Sisal. Sus galletas María siempre fueron el complemento perfecto para la hora del café en el laboratorio con Yas.

A todos mis colegas del laboratorio, el grupo de las “víctimas del coronavirus”: César Salazar, Alejandra Garnica, Dalia Funes, Ramón Morales, Luis Díaz, Juan Carlos, Gabriela García, Liz Márquez y Vanessa Hernández, Natalia Ovando, Arely Cruz, Guadalupe Ramírez (“Pily”), “Rufo” y Javier Robles. A todo ellos les agradezco su amistad sincera y compañerismo. Nuestras reuniones saliendo del laboratorio son lo más bonito que me llevo en los recuerdos.

A mis compañeros de maestría y amigos: Loremy Cauich, Ricardo Olmos, David Espinosa y Leslie Hernández por todas las risas y experiencias compartidas. Las clases en línea no hubieran sido las mismas sin ustedes, gracias por formar parte de esta etapa de mi vida.

A las Biólogas Marinas Alejandra Ortiz Méndez e Itati Cárdenas Vidal, por haber estado y estar en todos los buenos y malos momentos de los últimos 11 años. Sus palabras de aliento y verdadera amistad me han dado las fuerzas y los motivos para nunca rendirme hacia mis sueños. Hoy agradezco al universo por tenerlas en mi vida y saber que me consideran un ejemplo a seguir, me hace sentir un hombre orgulloso, muy afortunado y agradecido por tenerlas a mi lado.

A mi amiga Cristina Mayagoitia por ser ese motorcito de energía que me impulsó siempre hacia adelante, porque tú también llegarás tan lejos como te lo propongas, te quiero millones.

## Dedicatorias

Al universo, a la vida y a dios por darme la oportunidad de despertar cada mañana y vivir mi vida en mis propios términos.

A mi papá y mis hermanos, por apoyar mis sueños de dedicarme a la Biología marina, en especial a mi madre Sofia Candelaria Martínez Herrera por ser mi ejemplo de mi vida y enseñarme a luchar por salir adelante aún en las peores adversidades, enfermedades y situaciones difíciles. Mis logros siempre serán para ustedes.

A mi Abuela Cristina (†), por haber sido mi segunda madre y siempre haber estado para mis hermanos y para mí en todo momento. Gracias por haberme apoyado económicamente para viajar a Oaxaca y tramitar mi firma electrónica para los trámites del posgrado. Gracias por haberme dado ánimos las dos veces que me rechazaron el ingreso a la maestría y por haberme dicho que la tercera es la vencida. Estuviste en mi toma de protesta de la licenciatura y hubiera amado que también lo estés físicamente en la de maestría para decirte de frente que otra vez tenías razón. Un abrazo hasta las estrellas y que tu espíritu me guíe por los mejores caminos de la vida.

“Demasiados mares he cruzado para amarme demasiado, ningún capitán guiará mi barco.

Este mar es mío y de nadie más.”

-Mara García.

## Contenido

Lista de Figuras.....	v
Lista de Tablas.....	vi
Lista de Ilustraciones.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	6
4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	7
5. HIPÓTESIS.....	8
6. OBJETIVO.....	9
6.1. General.....	9
6.1. Específicos.....	9
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
7.1 Área de estudio.....	10
7.2 Trabajo de campo.....	11
7.2.1 Colecta de datos biológicos.....	11
7.2.2 Datos ambientales.....	12
7.3 Trabajo de Laboratorio.....	12
7.3.1 Análisis de datos.....	13
8. RESULTADOS.....	17
8.1 Caracterización ambiental.....	17
8.2 Composición taxonómica y densidad de hidromedusas.....	21
8.3 Diversidad de hidromedusas.....	28
8.4 Ensamblaje y composición de hidromedusas.....	31
8.5 Relación de la distribución de las hidromedusas con los factores abióticos.....	32
9. DISCUSIÓN.....	33
9.1 Composición taxonómica.....	33
9.2 Riqueza y diversidad.....	37
9.3 Densidad.....	38
9.4 Papel de las variables ambientales en la distribución de las hidromedusas.....	39
10. CONCLUSIONES.....	42
11. BIBLIOGRAFIA.....	43
ANEXOS.....	52

## Lista de Figuras

Figura 1. Área de estudio y estaciones de muestreo (3 – 38) en la laguna Río Lagartos .....	10
Figura 2. Preparación del trabajo de campo y equipos utilizados para el muestreo biológico. .....	12
Figura 3. Correlaciones de Pearson entre las variables ambientales. ....	17
Figura 4. Análisis de Componentes Principales .....	18
Figura 5. Valores promedio de la temperatura y la salinidad ( $\pm$ desviación estándar) de cada estación en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán. ....	19
Figura 6. Valores promedio ( $\pm$ desviación estándar) de la temperatura y la salinidad en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán, por cada área del sistema y cada momento de muestreo.....	20
Figura 7. Valores promedio ( $\pm$ desviación estándar) para el pH en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán, por cada área del sistema y cada momento de muestreo .....	21
Figura 8. Variación espacio-temporal de la densidad promedio ( $\text{ind}/100\text{m}^3$ ) ( $\pm$ desviación estándar) de hidromedusas en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán.. ....	23
Figura 9. Variación temporal de la proporción de los distintos estadios (inmaduro, juvenil, maduro) de la fase medusa en algunos taxones de hidromedusas dentro del SLRL. ...	24
Figura 10. Variación temporal de la proporción de los distintos estadios (inmaduro, juvenil, maduro) de la fase medusa en la Familia Clytiidae dentro del SLRL .....	24
Figura 11. Curvas de interpolación y extrapolación (espacial) de valores de riqueza y análisis de completitud de muestras de especies de hidromedusas en el SLRL.. ....	28
Figura 12. Curvas de interpolación y extrapolación (temporal) de valores de riqueza y análisis de completitud de muestras de especies de hidromedusas en el SLRL.....	29
Figura 13. Boxplots de la dispersión de la densidad con respecto a la distancia de los centroides para las áreas y los momentos de muestreo. ....	30
Figura 14. Escalamiento multidimensional no métrico de la densidad de hidromedusas considerando las estaciones de muestreo donde se detectaron organismos. ....	31

## Lista de Tablas

Tabla 1. Contribución a la construcción de los componentes principales de cada variable.	18
Tabla 2. Valores promedio de las variables ambientales ( $\pm$ desviación estándar) en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán .....	19
Tabla 3. Listado taxonómico de las hidromedusas y variación espacial y temporal de su densidad (ind/100 m <sup>3</sup> ) y densidad relativa promedio, así como la frecuencia de ocurrencia, por área o momento de muestreo en el sistema lagunar Río Lagartos .....	25
Tabla 4. Análisis BIOENV para correlación entre las variables abióticas y la presencia de hidromedusas en el SLRL.....	32
Tabla 5. Análisis BIOENV para correlación entre las variables abióticas y la presencia de hidromedusas en el SLRL.....	32

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. <i>Anthoathecatha</i> sp.1 .....	53
Ilustración 2. <i>Capitata</i> sp. ....	54
Ilustración 3. <i>Stauridiosarsia ophiogaster</i> (Haeckel, 1879).....	55
Ilustración 4. <i>Cladonema</i> cf. <i>radiatum</i> Dujardin, 1843.....	56
Ilustración 5. <i>Bougainvillia muscus</i> (Allman, 1863).....	57
Ilustración 6. <i>Lizzia blondina</i> Forbes, 1848.. ....	58
Ilustración 7. <i>Corymorpha bigelowi</i> (Maas, 1905).....	59
Ilustración 8. Familia Clytiidae Cockerell, 1911.....	60
Ilustración 9. <i>Clytia</i> spp. Lamouroux 1812. ....	61
Ilustración 10. <i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus, 1767) .....	62
Ilustración 11. <i>Clytia gelatinosa</i> (Mayer, 1900).....	63
Ilustración 12. <i>Clytia discoida</i> (Mayer, 1900).....	64
Ilustración 13. <i>Obelia</i> spp. Péron & Lesueur, 1810 .....	65
Ilustración 14. <i>Eirene tenuis</i> (Browne, 1905).....	66
Ilustración 15. <i>Eutima mira</i> McCrady, 1859. ....	67
Ilustración 16. <i>Eutonina scintillans</i> (Bigelow, 1909).....	68
Ilustración 17. <i>Eucheilota duodecimalis</i> A. Agassiz, 1862.....	69
Ilustración 18. <i>Lovenella bermudensis</i> (Fewkes, 1883) .....	70
Ilustración 19. <i>Aequorea macrodactyla</i> (Brandt, 1835). ....	71
Ilustración 20. <i>Octophialucium medium</i> Kramp, 1955.....	72
Ilustración 21. <i>Cubaia aphrodite</i> Mayer, 1894.. ....	73
Ilustración 22. <i>Vallentinia gabriellae</i> Vannucci Mendes, 1948.....	74
Ilustración 23. <i>Olindias tenuis</i> (Fewkes, 1882).. ....	75

## RESUMEN

Las medusas son cnidarios exitosos con capacidad de adaptación a cambios en el ambiente marino. En los últimos años se han registrado eventos de proliferación masiva, lo que ha afectado el funcionamiento de las comunidades biológicas en zonas costeras y ha causado impactos socioeconómicos en zonas de turismo por la presencia de especies tóxicas para el humano. En las lagunas costeras, la presencia de gradientes de salinidad marcados es un factor clave en la determinación de la distribución de la biota, esto se ha detectado en el Sistema Lagunar Río Lagartos (SLRL) para la flora lagunar, fauna íctica y macrofauna bentónica, que varía en las tres áreas presentes en el sistema. El presente estudio se llevó a cabo dentro del SLRL, un sistema hiperhalino ubicado al noroeste de la península de Yucatán. Se recolectaron muestras de macrozooplancton ( $>500 \mu\text{m}$ ) en arrastres superficiales diurnos de 15 estaciones distribuidas a lo largo del sistema lagunar en tres momentos del año con diferentes condiciones climáticas: sep/2017 (lluvias), feb/2018 (nortes) y may/2018 (secas). Se analizaron los patrones espaciales (por cada área) y temporales de distribución de las hidromedusas. Se midieron distintas variables ambientales con una sonda multiparamétrica (salinidad, temperatura, pH, concentración de oxígeno). Se identificaron 21 taxones de hidromedusas. Todas las especies son consideradas nuevos registros para el SLRL y el 24% constituyeron nuevos registros para el Golfo de México. Además, se reporta la ampliación del rango de distribución de *C. bigelowi* y *L. bermudensis* en costas mexicanas. La mayor riqueza se presentó en el área de Río Lagartos (16 especies), en la boca de la laguna, seguida de Las Coloradas (6 especies), en la zona media de la laguna, y no se registraron hidromedusas en El Cuyo. Durante secas se presentó la máxima riqueza y la mínima durante lluvias. La densidad promedio no presentó diferencias significativas a nivel temporal ( $p > 0.06$ ). Espacialmente, el área de las Coloradas presentó mayor densidad de individuos que el área de Río Lagartos. El aumento de la salinidad parece actuar como una barrera fisiológica para la distribución de las hidromedusas, regulando su presencia. El área de menor salinidad (Río Lagartos, hacia la boca de la laguna) favorece una mayor diversidad de especies eurihalinas. Sin embargo, ninguno de los parámetros abióticos medidos estuvo relacionado con la distribución de la densidad.

## ABSTRACT

Jellyfish are highly successful cnidarians with a great capacity to adapt to changes in the marine environment. In recent years, massive proliferation events have been recorded, which have affected the functioning of the biological communities in coastal areas and have caused socioeconomic impacts in tourist areas due to the presence of species with high toxicity to humans. In coastal lagoons, the presence of a marked salinity gradient is a key factor in determining the distribution of the biota, this has been detected in the Sistema Lagunar Río Lagartos (SLRL) for the lagoon flora, fish fauna and benthic macrofauna, which varies between the three distinct areas of the system. The present study was carried out within the SLRL, an hyperhaline system located northwest of the Yucatan Peninsula. Macrozooplankton (>500  $\mu\text{m}$ ) samples were collected performing surface diurnal hauls from 15 stations distributed throughout the lagoon system in three moments of the year with different climatic conditions: Sep/2017 (rainy), Feb/2018 (northerlies) and May/2018 (dry). The spatial (by area) and temporal patterns of distribution of the jellyfish were analysed. Different environmental parameters were measured with a multiparametric probe (salinity, temperature, pH, oxygen concentration). Twenty-one jellyfish taxa were identified. All the species are considered new records for the lagoon and 24% constituted new records for the gulf of México, in addition to the expansion of the distribution range of *C. bigelowi* and *L. bermudensis* on Mexican coasts.

The highest species richness was recorded in the area of Río Lagartos (16 species), at the mouth of the lagoon, followed by Las Coloradas (6 species), in the middle part, and no jellyfish were recorded in El Cuyo. Maximum richness recorded during the dry season, and the minimum was in the rainy season. The variation of the average density did not present significant differences at the between consecutive samplings ( $p > 0.06$ ). Spatially, the area of Las Coloradas had a higher density of organisms compared to the Río Lagartos area. Increased salinity appears to act as a physiological barrier to species distribution, regulating their presence. The area of lower salinity (Río Lagartos, to the mouth of the lagoon) favors a greater diversity of euryhaline species. However, none of the environmental parameters measured seems related with the distribution of their density.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las medusas (Phylum: Cnidaria) son un grupo de invertebrados cuyo cuerpo está compuesto principalmente por agua (95%), considerándose dentro del grupo del zooplancton gelatinoso (Brusca y Brusca, 2003; Ponce y López, 2013). Estos organismos están caracterizados por poseer células especializadas llamadas nematocistos, que utilizan para la captura de sus presas y defensa de algunos depredadores (Anderson y Bouchar, 2009; Gasca y Loman-Ramos, 2014). Los cnidarios presentan las toxinas más peligrosas del mundo, variando su grado de toxicidad entre clases y especies (Badre, 2014; D'ambra y Lauritano, 2020).

Las hidromedusas (Clase: Hydrozoa) son generalmente de tamaño pequeño, miden entre 150  $\mu\text{m}$  y 6 cm de diámetro de la campana y la longitud de sus tentáculos es variable (Mayer, 1910; Russell, 1953; Suárez-Morales *et al.*, 1995; Gasca y Loman-Ramos, 2014). Presentan un ciclo de vida que se caracteriza por una alternancia de fases, que consiste en una fase bentónica (pólipo) seguida de una fase pelágica (medusa) o viceversa, aunque pueden existir variaciones en que una de las dos fases está ausente (Collins, 2002; Bouillon *et al.*, 2006). Por ejemplo, algunas hidromedusas de la subclase Trachylinae producen una larva actínula que sufre una metamorfosis para convertirse en medusa adulta, o el orden Actinulida que está constituido únicamente por pólipos intersticiales que no poseen fase medusa ni fase larvaria (Brusca y Brusca, 2003; Bouillon *et al.*, 2006; Collins *et al.*, 2008).

Las hidromedusas son importantes eslabones intermedios en redes tróficas en ecosistemas acuáticos, debido a que son una fuente importante de alimento dentro del zooplancton (Alvariño, 1985) y son depredadores de larvas de peces, huevos, crustáceos, moluscos e incluso de otros organismos gelatinosos (Alvariño, 1980; Mills, 2001; Purcell *et al.*, 2007; Wintzer *et al.*, 2011). Su función como depredadores en estos ecosistemas puede impactar en la estructura y dinámica del zooplancton (Ramírez y Zamponi, 1981; Purcell y Arai, 2001; Mendoza-Becerril *et al.*, 2009), al competir por alimento con peces y especies de alto valor comercial (p. ej. anchoas y sardinas) e incluso de importancia ecológica (Purcell, 1985; Arai, 1988; Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997).

Su distribución es cosmopolita, presentando especies principalmente marinas y también organismos de agua dulce (Bouillon y Boero, 2000). Debido a su escasa capacidad de desplazamiento, su distribución geográfica está fuertemente determinada por la hidrodinámica del ambiente que ocupan, con un papel importante de las corrientes, mareas y climas (Boero *et al.*, 2008). Por otro lado, se han detectado múltiples factores que también

juegan un papel importante en la distribución de las hidromedusas, entre los cuales se pueden mencionar: salinidad, temperatura, pH, tipo de reproducción, concentración de nutrientes, régimen de vientos y naturaleza del fondo, entre otros (Ramírez y Zamponi, 1981; Segura-Puertas, 1984; Graham *et al.*, 2001; Loman-Ramos *et al.*, 2007; Baldrich y López, 2010).

En los últimos años se han observado eventos de proliferación de estos organismos, especialmente en zonas costeras, con repercusiones en el funcionamiento de las comunidades biológicas de la columna de agua (Neale y Bayly, 1974; Alvaríño, 1975; Ramírez y Zamponi, 1981; Mills, 2001; Purcell *et al.*, 2007; Lecanda *et al.*, 2016) y, en algunos casos, afectaciones negativas desde el punto de vista socio-económico en zonas de playa. Esto último debido a que algunas especies, como *Liriope tetraphylla* y *Olindias muelleri*, son urticantes para el ser humano (Ruíz *et al.*, 1997; Mosovich y Young, 2012; Lecanda *et al.*, 2016). Los eventos de proliferación de hidromedusas se han asociado al calentamiento global, al aporte excesivo de nutrientes y a la eliminación de depredadores tope en las tramas tróficas (Alvaríño, 1969; Mills, 2001; Boero *et al.*, 2008). La dependencia de la distribución de la abundancia de las hidromedusas de todos estos factores y su alta incidencia en determinadas áreas las convierte en indicadores biológicos de masas de agua y condiciones oceanográficas (Alvaríño, 1975; Graham *et al.*, 2001; Prusky y Miglieta, 2019).

Uno de los ambientes idóneos para la proliferación de las hidromedusas son las lagunas costeras, las cuales son cuerpos de agua generalmente someros que presentan una conexión parcial o permanente con el mar por la cual se produce un intercambio constante de agua, materia (nutrientes, sedimentos) y organismos (Yañez-Arancibia y Day, 2010). En la península de Yucatán, las lagunas costeras ocupan una superficie aproximada de 3900 km<sup>2</sup>. Representan el 90% de los ecosistemas conectados al mar, ya que sólo hay estuarios en Campeche (Champotón y Laguna de Términos) y Chetumal (Río Hondo). Los principales aportes de agua dulce ocurren por afloramientos de agua subterránea (manantiales u ojos de agua) asociados a las características cársticas del suelo y por las lluvias (Herrera-Silveira y Cortés-Balam, 2007).

Estos ecosistemas lagunares y someros están condicionados ambientalmente por la precipitación, la temperatura y los vientos, distinguiéndose tres temporadas climáticas en la región: secas (marzo-junio), lluvias (julio-octubre) y nortes (noviembre-febrero) (Figueroa-Espinoza *et al.*, 2017). Las lagunas costeras en el estado de Yucatán con características sobresalientes para la conservación de la biodiversidad costera son la laguna de Celestún, laguna de Chelem, laguna de Dzilam y laguna Río Lagartos (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010). Particularmente la laguna Río Lagartos es una laguna hiperhalina (> 40 ups)

que recibe el mayor aporte de agua del mar y tiene muy poco aporte de agua dulce, además de una elevada evaporación y un largo tiempo de residencia (450 días) (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010). Estos procesos hidrodinámicos y flujos de agua reducidos producen gradientes de salinidad muy marcados de oeste a este y valores de salinidad  $> 40$  ups en la mayor parte del sistema (Valdes y Real, 2004; Dávila-Jiménez *et al.*, 2019).

## 2. ANTECEDENTES

Los estudios que se han realizado en las costas mexicanas sobre medusas para los ambientes marinos, salobres y dulceacuícolas han posibilitado la generación de listados taxonómicos para el país. El primer listado fue realizado por Segura-Puertas *et al.* en el 2003 y el segundo por Gasca y Loman-Ramos en el 2014. De dichos trabajos se resalta el incremento del número de especies y familias registradas en aguas mexicanas, pasando de 169 especies y 45 familias a 289 especies y 61 familias en un período de 11 años en todas las grandes regiones marinas de México, incluyendo zonas litorales y lagunas costeras.

En cuanto a los trabajos sobre variaciones estacionales y diversidad de especies dentro de las regiones del Golfo de México y el Caribe mexicano, se pueden mencionar los trabajos de Segura-Puertas y Ordóñez-López (1994), Suárez-Morales *et al.* (2002), Loman-Ramos *et al.* (2007), Martell-Hernández *et al.* (2014) y Flores-Coto *et al.* (2016). Las especies más comunes de estas regiones fueron *Aglaura hemistoma*, *Eirene pyramidalis*, *Euphysora gracilis*, *Liriope tetraphylla*, *Nausithoe punctata*, *Rhopalonema velatum* y *Zanclaea costata*. Los autores asociaron la distribución de las medusas a las zonas de surgencias, la disponibilidad de alimento y los patrones de circulación oceánica y circulación superficial.

Para la zona litoral, la mayoría de los trabajos que se han realizado desde los 90's hacia el 2000 han determinado principalmente la composición y distribución de las medusas en la costa del Caribe mexicano. Estos han sido desarrollados por Segura-Puertas (1992), Suárez-Morales *et al.* (1999), Gasca *et al.* (2003), Ramos y Segura-Puertas (2004) y, en lo que respecta al Golfo de México, Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2015). Las especies más abundantes de la zona nerítica fueron *A. hemistoma*, *Clytia mccrady*, *Eirene lactea*, *L. tetraphylla*, *Linuche unguiculata*, *N. punctata*, *Obelia* spp., *Persa incolorata* y *Solmundella bitentaculata*. Los autores reportaron las mayores densidades de organismos en los meses de marzo – agosto y la variación en la distribución de medusas se asoció a los patrones de circulación local y regímenes de viento locales.

En el caso particular de las lagunas costeras, bahías y estuarios, la información ha sido limitada a ciertos aspectos de estudio. Para los estados de Yucatán, Campeche y Tamaulipas, únicamente se han publicado trabajos relacionados con la composición taxonómica por Mendoza-Becerril *et al.* (2009), Cortés-Lacomba *et al.* (2013) y Ahuatzin-Hernández *et al.* (2020). En dichos trabajos se asociaron los nuevos registros de especies a las corrientes locales (p. ej. la corriente de Yucatán), la actividad humana como el tráfico marino, y el potencial mecanismo de adaptación que tienen algunas especies para ingresar de manera

ocasional a sistemas lagunares y permanecer en condiciones hiperhalinas. Por otro lado, para el estado de Quintana Roo se han explorado, además de la composición taxonómica, la variación estacional de la comunidad de medusas en la laguna Bojórquez (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997) y las bahías de Chetumal (Suárez-Morales *et al.*, 1995) y bahía Ascensión (Zamponi *et al.*, 1990; Zamponi y Suárez-Morales, 1991; Suárez-Morales *et al.*, 1997; Zamponi *et al.*, 1999; Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005). Las altas densidades observadas en los meses de febrero, octubre y diciembre para los sistemas acuáticos del estado de Quintana Roo, fueron asociados principalmente a los patrones de circulación local, disponibilidad de alimento y gradiente de salinidad.

### 3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Las lagunas costeras son cuerpos de agua ampliamente distribuidos en la península de Yucatán (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010). Debido a la gran productividad y biodiversidad que albergan, las poblaciones humanas que en ellas residen han incrementado notablemente en las últimas décadas (p. ej. Río Lagartos, Yucatán, entre 2010 y 2020 ha aumentado en un 15.6%; Data México, 2022). Dicho aumento se ha asociado a un incremento en los desechos y contaminantes (p. ej. concentración de micro plásticos de origen antropogénico, Quesadas-Rojas *et al.*, 2021), así como a una mayor explotación directa de los recursos comerciales (Salas *et al.*, 2006). Tanto la polución como la sobrexplotación han sido identificados como algunos de los principales agentes que conducen a la pérdida de la biodiversidad y a los cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. A éstos, se le puede sumar el calentamiento global (entre otros), cuyos impactos serán especialmente acentuados en las lagunas costeras debido a su carácter somero.

En el caso de las hidromedusas, en los últimos años se han observado eventos de proliferación asociados a estos factores de cambio (Purcell *et al.*, 2007). Esto ha conllevado efectos socio-económicos en zonas costeras, principalmente por dos cuestiones, las picaduras incidentales a los humanos por especies con alto grado de toxicidad (Lecanda *et al.*, 2016) y la competencia de recursos (alimento) con especies de importancia ecológica o comercial (Mendoza-Becerril *et al.*, 2009). Por esto, resulta imperante establecer una línea base de conocimiento de las hidromedusas en ecosistemas lagunares, especialmente en México donde la información en dichos ecosistemas es esencialmente escasa.

Además, es necesario sentar bases sobre los factores que regulan su distribución en las lagunas costeras, donde se ha observado que la presencia de gradientes marcados de salinidad por efecto de sus conexiones permanentes o efímeras con el mar (Yañez-Arancibia y Day, 2010) determinan la distribución de la biota (Carballo, 2000; Joydas *et al.*, 2015). Esto ya ha sido detectado en Río Lagartos para la flora lagunar (Ortegón-Aznar *et al.*, 2001; May-kú *et al.*, 2010), fauna íctica (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004; Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas, 2011; Chi-Espínola y Vega-Cendejas, 2016; Ordóñez-López *et al.* (en revisión)) y macrofauna bentónica (May-kú y Ordóñez-López, 2006; May-kú *et al.*, 2006; Kuk-Dzul *et al.*, 2012; Dávila-Jiménez *et al.*, 2019; Suárez-Mozo *et al.* (en revisión)). Esta laguna presenta tres áreas separadas por estrechamientos marcados (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo) (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004), lo que le confiere a cada una de ellas unas características hidrológicas distintas (especialmente en cuanto a la salinidad), y se han detectado cambios marcados en los distintos grupos taxonómicos mencionados. Sin embargo, no existe información sobre este patrón para hidromedusas, y solamente se ha publicado un listado taxonómico de larvas de peces (García-Hernández *et al.*, 2009). En este proyecto se analizará su composición y cambios espacio-temporales en la estructura de la comunidad en el sistema lagunar Río Lagartos (SLRL), en tres momentos distintos del año con diferentes condiciones climáticas. Además, se relacionarán dichos cambios con características abióticas en el sistema. La posible presencia de especies no nativas, invasoras o con alto grado de toxicidad podría modificar a futuro la estructura de las comunidades locales y provocar impactos socio-económicos negativos.

#### **4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Cuál es la riqueza de hidromedusas en un sistema costero hipersalino del estado de Yucatán?
- ¿Existen diferencias espaciales en la estructura de la comunidad dentro de las áreas hidrológicas (Río Lagartos, Las Coloradas, El Cuyo) que conforman el SLRL?
- ¿Cómo cambia la composición de la comunidad de hidromedusas en distintos momentos del año pertenecientes a diferentes temporadas climáticas (secas, nortes y lluvias)?
- ¿Qué variables ambientales determinan la composición, distribución y densidad de las hidromedusas en el SLRL?

## **5. HIPÓTESIS**

- La extensa superficie que presenta el sistema lagunar Río Lagartos (SLRL) supone mayor número de ambientes disponibles, lo que influye en la presencia de una gran riqueza de especies, incluyendo a las hidromedusas.
- Al presentarse características hidrológicas y gradientes ambientales marcados entre cada una de las áreas que conforman el SLRL, se presentarán variaciones espaciales en la estructura de la comunidad de hidromedusas.
- Los cambios atmosféricos asociados a las distintas temporadas climáticas de la región se verán reflejados en las condiciones hidrológicas del sistema lagunar y en la composición de la comunidad de hidromedusas.
- El fuerte gradiente de salinidad que se presenta a lo largo del SLRL será el factor ambiental más importante en la distribución y presencia de las hidromedusas.

## 6. OBJETIVO

### 6.1. General

Determinar los cambios espaciales y temporales en la composición y estructura de la comunidad de hidromedusas en el sistema lagunar Río Lagartos y su relación con el medio hidrológico en tres momentos del año con características climáticas distintas.

### 6.1. Específicos

- ◆ Elaborar un listado taxonómico y descripciones morfológicas de las especies de hidromedusas.
- ◆ Describir los cambios en la estructura de la comunidad (cambios en la abundancia de especies, así como los componentes de diversidad  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) según las áreas de la laguna (Río Lagartos, Las Coloradas, El Cuyo) y momentos de muestreo (lluvias, nortes, secas).
- ◆ Comparar los ensamblajes de hidromedusas entre las áreas de laguna (Río Lagartos, Las Coloradas, El Cuyo) y momentos de muestreo (lluvias, nortes, secas).
- ◆ Relacionar los cambios espacio-temporales en la composición y abundancia de las hidromedusas con variables físicas y químicas.
- ◆ Contribuir a la colección biológica de referencia Cnidarios del Golfo de México y Mar Caribe mexicano (YUC-CC-254-11) de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI – Sisal), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 Área de estudio

La laguna Río Lagartos se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos (21. 599392° N y 88. 170385° O), al noreste de la península de Yucatán (Figura 1). Esta reserva fue decretada zona de refugio faunístico en 1979 y Reserva de la Biósfera a principios de los años 80's. En 1986 fue anexada a la lista de humedales de importancia internacional, mejor conocida como RAMSAR (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013), entrando a esta lista por las características de hipersalinidad que presenta ( $> 100$  ups), que la hacen única en el mundo. Además, en la laguna se encuentra la segunda industria salinera más importante del país (Industria Salinera de Yucatán SA de CV). Dentro de la laguna se presentan especies con alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el caballito de mar (*Hippocampus erectus*) y el flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber ruber*), por mencionar algunas (Ramos-Zapata *et al.*, 2017).

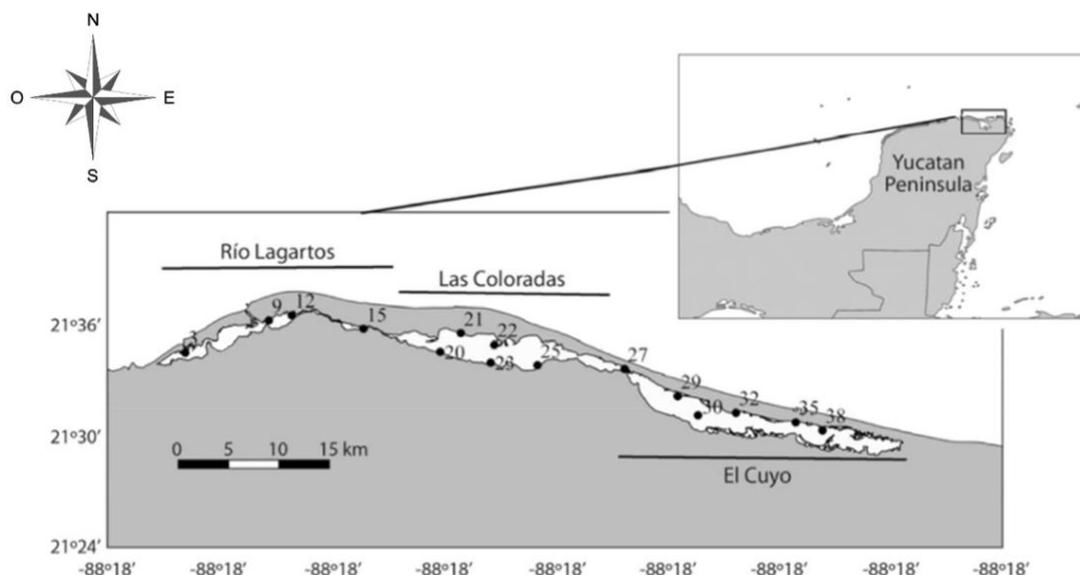


Figura 1. Área de estudio y estaciones de muestreo (3 – 38) en la laguna Río Lagartos, Yucatán, México. Modificado de Dávila-Jiménez *et al.*, 2019.

La laguna Río Lagartos es la más grande del estado de Yucatán (275 km<sup>2</sup>) y abarca aproximadamente 90 km de costa (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004). En la parte norte está separada del mar por una isla de barrera y sus profundidades van de 0.5 m a 3.0 m (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010). Debido a que solo cuenta con dos conexiones permanentes con el mar en su vertiente oeste y pocos aportes de agua dulce que recibe de afloramientos internos (manantiales u ojos de agua dulce) y lluvias, la renovación de agua es lenta (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010). Además, la tasa de evaporación excede la tasa de precipitación, por lo que la laguna presenta un carácter extremadamente hipersalino y la salinidad aumenta en dirección oeste-este desde valores cercanos a la salinidad marina (ca. 35 ups) en la boca, al oeste, a valores  $> 100$  ups en la cabeza del sistema,

al este (Valdes y Real, 2004; Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010). La salinidad promedio es de 57.6 ups y el rango entre 34 a > 100 ups en toda su longitud oeste-este. Los valores máximos de salinidad se reportan en la temporada de secas y los mínimos en la temporada de lluvias (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004). La temperatura promedio del agua es de 26 °C, con máximos en julio (31 °C) y mínimos en enero (20 °C) (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004).

Dentro del sistema se describen geomorfológicamente tres áreas y/o cuencas hidrológicas (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo) separadas entre sí por estrechamientos marcados, lo que confiere a cada una de ellas características hidrológicas distintas y gradientes ambientales dinámicos en relación con el período climático (Ordóñez-López *et al.* (en revisión)), especialmente en cuanto a los rangos de salinidad que albergan. Asociado a esto, en cada área de la laguna se encuentran distintos ensamblajes de peces (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004; Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas, 2011), poliquetos (Dávila-Jiménez *et al.*, 2019) y vegetación sumergida (Ortegón-Aznar *et al.*, 2001).

El régimen climático presenta tres temporadas: secas (marzo – mayo: temperatura del aire 36 – 38 °C, precipitación 0 – 30 mm/mes; vientos débiles del sureste < 15 km/h); lluvias (junio – octubre: temperatura del aire 38 °C, precipitación 220 mm/mes, vientos débiles del sureste < 15 km/h) y nortes (noviembre – febrero: temperatura del aire < 22 °C, precipitación 40 mm/mes, vientos fuertes del norte > 80 km/h) (Medina-Gómez y Herrera-Silveira, 2003; May-kú y Ordóñez-López, 2006).

## **7.2 Trabajo de campo**

### **7.2.1 Colecta de datos biológicos**

Un total de tres muestreos fueron realizados en cada una de las 15 estaciones distribuidas en las tres áreas que conforman el sistema lagunar Río Lagartos (SLRL) (Río Lagartos: 3, 9, 12, 15; Las Coloradas: 20, 21, 22, 23, 25; El Cuyo: 27, 29, 30, 32, 35 y 38), esto con base en estudios previos que indican la variabilidad de condiciones biológicas y ambientales que presentan (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004; Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas, 2011). Cada muestreo fue realizado al final de cada temporada climática de la región, RL1709: lluvias (sep/2017), RL1802: nortes (feb/2018) y RL1805: secas (may/2018), con el fin de obtener la señal acumulada de cada región en la composición faunística.

Los muestreos fueron realizados mediante arrastres horizontales diurnos en superficie, con una duración de 10 minutos y a una velocidad constante de ca. 1-1.5 nudos, a bordo de una embarcación con motor fuera de borda. Se utilizó una red de zooplancton con abertura de malla de 500 µm, diámetro de boca de 35 cm y longitud de 50 cm (Figura 2). La red estuvo equipada con un flujómetro *General Oceanics 2030RC* del que se registró la lectura inicial y final en cada arrastre, esto con la finalidad de estimar el volumen de agua filtrado. Se tomó la posición geográfica al inicio y al final de cada arrastre usando un geoposicionador *Garmin Etrex 10*.

Las muestras obtenidas fueron tratadas con cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>) como narcotizante de los organismos y luego fijadas con formalina al 4% sin buffer y colocadas en frascos de

250 mL, etiquetados con los datos de cada estación. En cada estación de muestreo se realizaron dos réplicas del arrastre para obtener una muestra mejor representada del sitio. Adicionalmente en las estaciones E9 y E35, se realizaron cuatro arrastres durante un ciclo de mareas completo durante cada temporada climática, tomando en cuenta los procesos de mareas (pleamar, bajamar, creciente y vaciante), esto con la finalidad de obtener un listado taxonómico más completo de los organismos que puedan estar ocupando temporalmente la laguna por efecto de los intercambios de agua producidos por las mareas. La densidad y riqueza registradas durante los ciclos nocturnos no se contemplaron en los respectivos análisis cuantitativos desarrollados en esta investigación.

### 7.2.2 Datos ambientales

En cada estación se midieron una sola vez las variables ambientales con un analizador multiparamétrico de campo *Aquaprobe* modelo *AP-5000* (salinidad, temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto).

Los muestreos biológicos y ambientales formaron parte de la línea de investigación del proyecto de Energía por Gradientes Salinos del Centro Mexicano de Innovación en Energía Océano (CEMIE-Océano).



Figura 2. Preparación del trabajo de campo (A) y equipos utilizados para el muestreo biológico: (B) red de zooplancton, (C) flujómetro General Oceanics 2030RC.

### 7.3 Trabajo de Laboratorio

Las muestras recolectadas se revisaron bajo un estereoscopio (10x-40x Leica EZ4; 10x-40x Zeiss *Stemi* 305) y microscopio óptico (20x-100x Nikon *Eclipse Ci*) en el Laboratorio de Biología de la Conservación del Parque Científico Tecnológico de Yucatán (PCTY), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Las hidromedusas se separaron de la muestra total y se contabilizó el número total de individuos por cada réplica. Posteriormente, los organismos se resguardaron en viales de 2.0 mL en una concentración de formaldehído al 4%. El resto de la muestra se preservó en etanol al 70%.

Las hidromedusas fueron identificadas taxonómicamente al nivel más bajo posible, de acuerdo con los trabajos de Mayer (1910), Russell (1953), Ramírez y Zamponi (1981), Bouillon *et al.* (2004) y Bouillon *et al.* (2006). Adicionalmente, se utilizó el Glosario morfológico ilustrado de Hydromedusas (Mendoza-Becerril *et al.*, 2020) para la descripción de las especies, así como los trabajos filogenéticos de Maronna *et al.* (2016), Cartwright *et al.* (2008) y el sitio web World Hydrozoa Database (Schuchert, 2021) para corroborar la validez de los grupos taxonómicos. La identificación taxonómica fue corroborada por la Dra. María A. Mendoza Becerril. Los ejemplares fueron depositados en la colección de Cnidarios del Golfo de México y Mar Caribe Mexicano “*Lourdes Segura*” (Faculta de Ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Sisal, Yucatán) (UMDI-Sisal) bajo el código YUC-CC-254-11.

Las hidromedusas fueron clasificadas en dos grupos funcionales (neríticas y oceánicas) con base en la literatura existente (por ejemplo, Bouillon *et al.*, 2006). Además, fueron registrados los estadios inmaduro, juvenil y maduro de los especímenes pertenecientes a cada especie, con la finalidad de comparar las proporciones de los individuos en los distintos estadios entre los momentos de muestreo. El estadio inmaduro contempló a los ejemplares con tallas menores a 0.5 mm, el estadio juvenil a los ejemplares con tallas iguales o superiores a 0.5 mm y ausencia de gónadas, y el estadio maduro a los ejemplares con tallas iguales o superiores a 0.5 mm con presencia de gónadas, esto con base en la literatura existente (por ejemplo, Mayer, 1910).

Se elaboró una ficha por cada especie con información del material examinado, misma que incluyó, además de la clasificación taxonómica actual con sus autorías, el país, estado y localidad de muestreo; momento de muestreo; número de organismos; código de registro en la colección biológica; estadio de desarrollo (inmaduro, juvenil, maduro); estación de muestreo con coordenadas y fecha; descripción del organismo; parámetros ambientales (temperatura y salinidad); hábitat; literatura de referencia de la especie; registros previos en el Golfo de México y Caribe mexicano; e imágenes de los ejemplares con la mayoría de las características taxonómicas representadas. Toda esta información se encuentra contenida al final del documento en el Anexo 1.

### **7.3.1 Análisis de datos**

Para cumplir con los requerimientos de normalidad y homocedasticidad en los análisis, los datos ambientales fueron normalizados (transformación logarítmica) para minimizar el efecto de la diferencia de las magnitudes de cada variable ambiental. Se estimó el coeficiente de correlación de Pearson (Benesty *et al.*, 2009) para medir la relación estadística entre las variables y se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (PCA) para visualizar la variación ambiental y las principales variables responsables de ésta (Bro y Smilde, 2014). La significatividad estadística de las diferencias espaciales y temporales en las variables ambientales fueron evaluadas con análisis permutacional de varianzas (PERMANOVA: Anderson *et al.*, 2008) de dos factores (área y momento del año) usando distancias euclidianas. Los análisis se realizaron utilizando el software R con las paqueterías “Stats” y “Prcomp” (Becker *et al.*, 1988), así como PRIMER v6 & PERMANOVA (Clarke y Warwick, 2001; Anderson *et al.*, 2008).

Se estimó la densidad (ind/100 m<sup>3</sup>) de cada taxón por área y momento de muestreo, así como sus respectivas densidades relativas (%) y su frecuencia de ocurrencia (%F.O.):

$$\%F.O. = (F_i / N) * 100$$

%F.O.: frecuencia de ocurrencia.

F<sub>i</sub>: número de muestras en que se registró un taxón determinado.

N: total de muestras.

El volumen de agua filtrado se obtuvo mediante la fórmula:

$$V_f = (3.14 * (D_R)^2 / 4) * D_A$$

V<sub>f</sub>: volumen de agua filtrada.

D<sub>R</sub>: diámetro de la red.

D<sub>A</sub>: distancia de arrastre.

Posteriormente se calculó la densidad mediante la fórmula:

$$D_{ind} = A / V_f$$

D<sub>ind</sub>: densidad de organismos.

A: número de organismos.

V<sub>f</sub>: volumen de agua filtrado.

Se estimó la diversidad alfa ( $\alpha$ ) representada por la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales y la diversidad gamma ( $\gamma$ ) como el número total de especies a escala regional (Whittaker, 1972). Se construyeron curvas de rarefacción de especies con interpolación-extrapolación basado en muestras, para comparar las zonas en términos de riqueza (alfa-diversidad) por áreas y campañas de muestreo utilizando el estimador no paramétrico basado en incidencias Chao2 (Chao y Jost, 2012), el cual se expresa como:

$$S_{est} = S_{obs} + (L^2/2M)$$

S<sub>est</sub>: número de especies estimadas.

S<sub>obs</sub>: número de especies observadas.

L: número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies “únicas”).

M: número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies “dobles” o “duplicadas”).

La calidad de la proyección de las curvas se evaluó con el cálculo de cobertura de muestra, medida que permitió inferir la representatividad del esfuerzo muestral en cada área (Chao y Jost, 2012). La interpolación de completitud se utilizó para comparar la riqueza local para un valor de completitud común de 0.9 (Chao *et al.*, 2009). Los análisis se realizaron con el software estadístico R, utilizando el paquete iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016).

Los cambios espaciales y temporales en la composición de especies fueron evaluados mediante el análisis de la diversidad beta ( $\beta$ ), la cual representa el grado de variación entre sitios dentro de la región de interés (Whittaker, 1972). Para explorar dichos cambios se estimaron:

- Índice de Sørensen (Mueller-Domboiss y Ellenberg, 1974): permite evaluar la variación en la composición de especies sin considerar sus abundancias, lo que reduce el posible efecto de la diferencia en el número total de individuos recolectados en cada campaña de muestreo. Adicionalmente permite descomponer esta variabilidad en dos componentes: recambio y pérdida de especies. Para la estimación de este índice, la matriz de abundancia fue transformada en una matriz de incidencia (presencia/ausencia). El índice se expresa como:

$$ISs = \frac{2C}{(A + B)} * 100$$

$IS_s$ : índice de similitud de Sørensen.

$C$ : número de especies comunes en ambas muestras.

$A$ : número total de especies presentes en la muestra A.

$B$ : número total de especies presentes en la muestra B.

- Índice de Bray-Curtis (Brower y Zar, 1984): permite evaluar la diferencia en la composición y abundancia de especies entre dos sitios. En este índice, las especies comunes y raras tienen pesos relativamente similares. Para la estimación de este índice, se aplicó un pretratamiento (raíz cuadrada) a la matriz de densidad. El índice se expresa como:

$$I_{B\&C} = 2jN / (aN + bN)$$

$I_{B\&C}$ : índice de Bray-Curtis.

$aN$ : número total de individuos en la muestra A.

$bN$ : número total de individuos de la muestra B.

$jN$ : suma total de las abundancias menores de las especies encontradas en ambas muestras.

Los análisis de diversidad beta ( $\beta$ ) se realizaron con el software estadístico R utilizando las paqueterías “Vegan” (Oksanen *et al.*, 2017) y “Betapart” (Baselga y Orme, 2012). La variación de la diversidad se determinó espacialmente (entre áreas) y temporalmente (entre momentos de muestreo). La diversidad beta se evaluó con un análisis de homogeneidad multivariante de las dispersiones de los grupos, con la función “Betadisper”, la cual es un análogo de la prueba de homogeneidad de varianzas de Leven’s. Asimismo, se le aplicó a dicho resultado un análisis de varianzas (ANOVA) con 999 permutaciones para comprobar la significatividad estadística de los patrones de dispersión de la densidad entre áreas y momentos de muestreo.

Los ensamblajes de hidromedusas se identificaron mediante análisis multivariados, siguiendo el procedimiento de los análisis en modo Q y métodos de ordenación, que son los más adecuados para composición de comunidades (Legendre & Gallagher, 2021). Se aplicó un pretratamiento (raíz cuadrada) a los datos de densidad para contrarrestar el efecto de las especies muy abundantes y posteriormente se estimó el coeficiente de disimilitud de Bray-Curtis entre cada par de muestras. Se estimaron y proyectaron centroides con un escalamiento multidimensional no métrico (isoMDS).

La asociación entre los patrones faunísticos y las variables ambientales se obtuvo mediante el análisis BIOENV (Clarke y Ainsworth, 1993). El método permite explorar qué variables ambientales tienen mayor correlación con las similitudes de muestra de la comunidad biológica. Se realizaron dos análisis, uno considerando todas las muestras de la comunidad biológica, con la finalidad de entender las variables que se relacionan con la distribución de la presencia de hidromedusas, y otro considerando solamente las muestras que contuvieron organismos, este con la finalidad de comprender qué variables se relacionan mejor con la distribución de la densidad de hidromedusas.

Por último, se evaluó la significatividad estadística de las variaciones espaciales y temporales en la composición de la comunidad y la densidad total con un PERMANOVA basado en distancias de Bray-Curtis y distancias Euclidianas, respectivamente. El diseño del análisis consistió de dos factores cruzados para evaluar las diferencias temporales, entre momentos de muestreo (factor “temporada”), y las variaciones espaciales, entre áreas (factor “área”). Los análisis se realizaron utilizando el software PRIMER v6 & PERMANOVA (Clarke and Warwick, 2001; Anderson *et al.*, 2008).

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Caracterización ambiental

Las variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) tuvieron niveles de correlación bajos ( $< 1$ ), presentando únicamente el oxígeno disuelto y la temperatura un coeficiente de correlación significativo ( $r = 0.51$ ;  $p < 0.05$ ) (Figura 3).

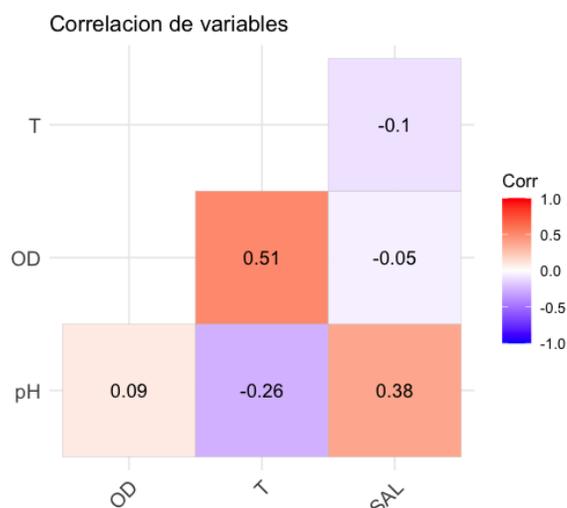


Figura 3. Correlaciones de Pearson entre las variables ambientales. T = temperatura; OD = oxígeno disuelto; SAL = salinidad.

El Análisis de Componentes Principales reflejó que la variación ambiental en la laguna se presenta tanto en el espacio, entre áreas, como en el tiempo, entre momentos de muestreo. Los dos primeros componentes representaron más del 73.23% de la variación total. La variación entre áreas se distribuyó principalmente a lo largo del PC2 (32.58%), observándose una mayor diferenciación del área de El Cuyo respecto a las demás áreas (Figura 4). Dicha variación espacial se relacionó principalmente con la distribución del oxígeno disuelto, el pH y la salinidad a lo largo de la laguna (Tabla 1). La variación entre momentos de muestreo se observó principalmente relacionada al PC1 y se asocia principalmente a cambios en la temperatura. Para cada área, las muestras tomadas durante nortes (RL1802) se distinguieron de las tomadas en lluvias (RL1709) y secas (RL1805), especialmente en El Cuyo.

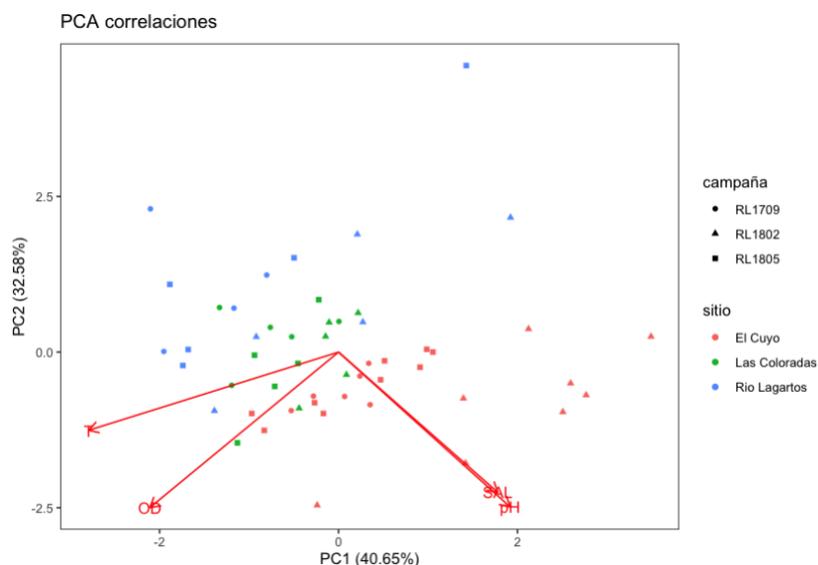


Figura 4. Análisis de Componentes Principales (PCA), creado a partir de una matriz de correlaciones con una normalización previa de los datos. Simbología: RL1709 = lluvias, RL1802 = nortes, RL1805 = secas.

Tabla 1. Contribución a la construcción de los componentes principales de cada variable.

VARIABLES	PC1	PC2
pH	0.439	-0.569
Oxígeno disuelto	-0.482	-0.572
Temperatura	-0.639	-0.288
Salinidad	0.407	-0.516

La salinidad promedio fue de 66.2 ups, e incrementó de oeste a este (Figura 5). Al promediar los valores de todos los momentos de muestreo por estación, la salinidad osciló de 38.2 ups (estación 3 – Río Lagartos) a 104.5 ups (estación 38 – El Cuyo) (Figura 5). Se observaron diferencias significativas en la salinidad entre las áreas de la laguna (pseudo- $F_{2,51}=89.3$ ,  $p < 0.0001$ ) y los momentos de muestreo (pseudo- $F_{2,51}=5.60$ ,  $p < 0.007$ ) y la interacción entre ambos factores fue significativa (pseudo- $F_{4,51}=9.4178$ ;  $p < 0.0001$ ). En Río Lagartos la salinidad permaneció similar entre los muestreos realizados en lluvias y nortes ( $t=1.9362$ ;  $p > 0.05$ ) y varió entre los muestreos de nortes y secas ( $t=3.5444$ ;  $p < 0.01$ ), siendo en secas donde los valores de salinidad fueron más bajos (Figura 6). En Las Coloradas y en El Cuyo, la salinidad varió significativamente ( $p < 0.05$ ) entre todos los momentos de muestreo consecutivos (Figura 6), pero los patrones temporales fueron distintos en cada área. En Las Coloradas, la salinidad se mantuvo similar durante lluvias y secas, siendo la máxima en nortes (Figura 6; Tabla 2). En el Cuyo, la salinidad aumentó en cada temporada, siendo máxima en secas (Figura 6; Tabla 2). La temperatura superficial del agua registró un valor promedio de 29.2 ° C, con valores mínimos de 27.3 ° C (estación 29 – El Cuyo) y máximos de 31.1 ° C (estación 22 – Las Coloradas) (Figura 5), sin un patrón espacial definido. No se observaron diferencias significativas de la temperatura entre las áreas (pseudo- $F_{2,51}=9.3111e^{-2}$ ,  $p > 0.9$ ), pero sí entre momentos de muestreo (pseudo- $F_{2,51}=14.7$ ,  $p < 0.001$ ), y la interacción entre ambos factores no fue significativa (pseudo- $F_{4,51}=0.504$ ,  $p > 0.7$ ) (Tabla 2). Los valores de temperatura más bajos se registraron durante el muestreo de nortes.

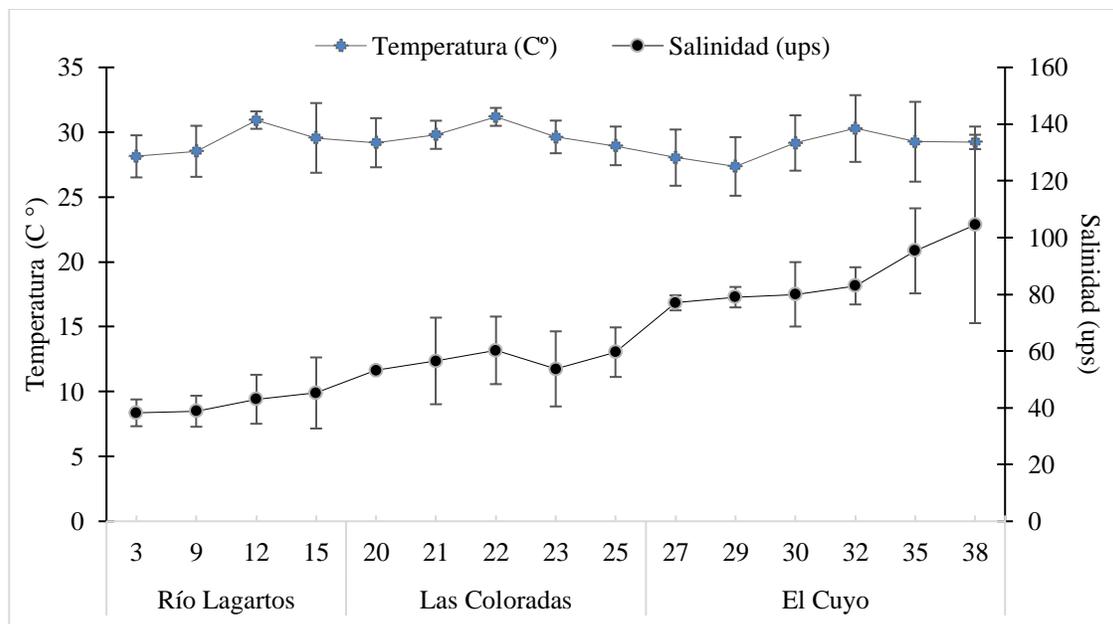


Figura 5. Valores promedio de la temperatura y la salinidad ( $\pm$  desviación estándar) de cada estación en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán.

Tabla 2. Valores promedio de las variables ambientales ( $\pm$  desviación estándar) en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán. En negritas se señalan los valores más altos y más bajos de cada variable ambiental.

Parámetros/momento de muestreo	Río Lagartos			Las Coloradas			El Cuyo		
	sep/2017	feb/2018	may/2018	sep/2017	feb/2018	may/2018	sep/2017	feb/2018	may/2018
Temperatura (°C)	30.21 (1.2)	27.62 (1.91)	29.92 (1.7)	30.09 (1.1)	28.58 (1.0)	30.27 (1.2)	29.79 (0.9)	<b>26.68 (2.3)</b>	<b>30.48 (1.7)</b>
Salinidad (ups)	39.60 (2.8)	48.07 (8.2)	<b>34.94 (0.5)</b>	49.53 (5.8)	71.4 (2.5)	49.05 (3.9)	75.33 (4.6)	82.75 (2.1)	<b>101.11 (17.3)</b>
Oxígeno (mg/l)	7.65 (1.4)	7.72 (3.3)	6.85 (3.4)	7.09 (0.9)	7.72 (0.7)	<b>8.21 (1.5)</b>	7.44 (0.5)	6.55 (1.9)	<b>6.4 (1.1)</b>
pH	<b>8.09 (0.3)</b>	8.34 (0.2)	8.25 (0.2)	8.37 (0.1)	8.28 (0.1)	8.53 (0.1)	8.51 (0.06)	<b>8.92 (0.1)</b>	8.37 (0.1)

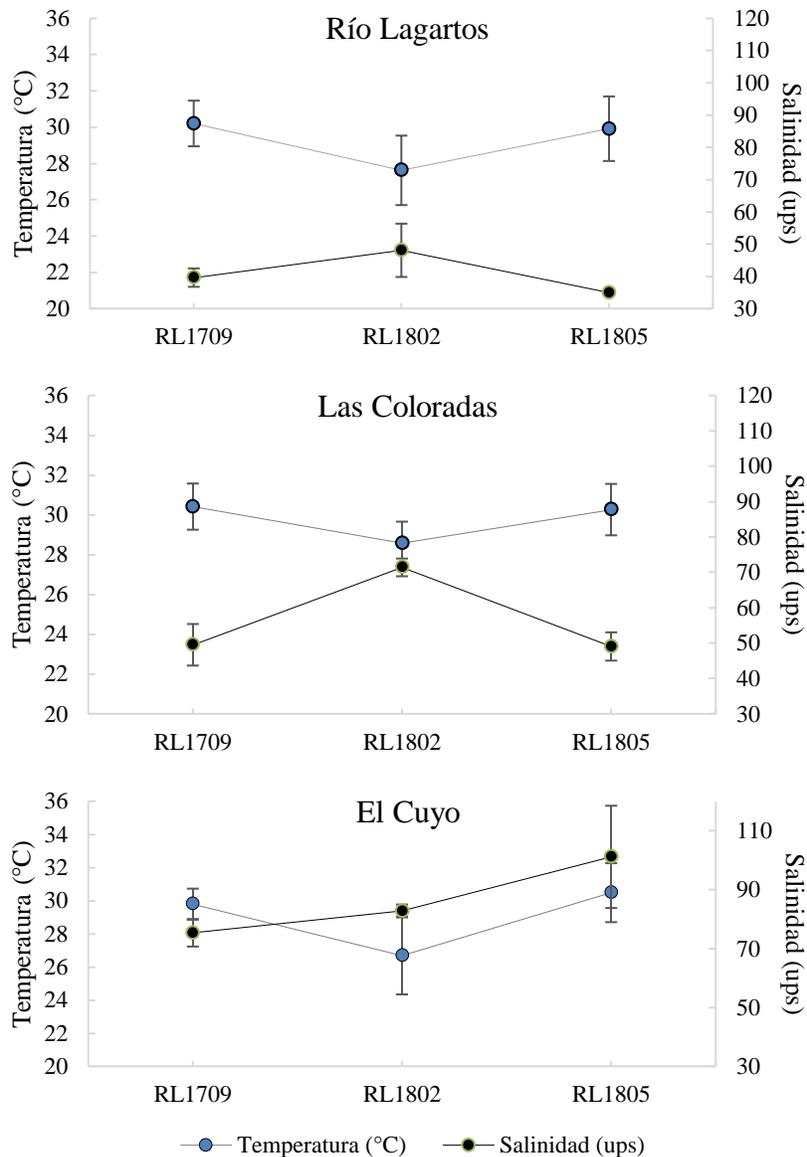


Figura 6. Valores promedio ( $\pm$  desviación estándar) de la temperatura y la salinidad en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán, por cada área del sistema y cada momento de muestreo. Simbología: RL1709 = lluvias, RL1802 = nortes, RL1805 = secas.

La concentración de oxígeno disuelto no presentó un patrón espacial y, considerando valores promedio de todos los momentos de muestreo por estación, osciló entre 5.51 mg/L (estación 3 – Río Lagartos) y 10.3 mg/L (estación 12 – Río Lagartos), sin diferencias significativas entre las áreas de la laguna. No se observaron diferencias significativas a nivel espacial (pseudo- $F_{2,51}=0.406$ ,  $p > 0.6$ ) ni temporal (pseudo- $F_{2,51}=0.195$ ,  $p > 0.8$ ), y la interacción entre ambos factores tampoco fue significativa (pseudo- $F_{4,51}=0.254$ ,  $p > 0.9$ ). Por último, el pH presentó diferencias significativas entre áreas (pseudo- $F_{2,51}=13.122$ ,  $p < 0.0001$ ) y momentos de muestreo (pseudo- $F_{2,51}=7.72$ ,  $p < 0.0007$ ) y la interacción entre ambos factores fue significativa (pseudo- $F_{4,51}=6.313$ ,  $p < 0.0006$ ). En Río Lagartos y Las Coloradas el pH permaneció similar durante todos los momentos de muestreo ( $p > 0.05$ ), mientras que en El Cuyo se observaron diferencias significativas entre todos los muestreos consecutivos

( $t=9.2348$ ;  $p < 0.0004$ ), presentando un valor máximo en nortes y mínimo en secas (Figura 7; Tabla 2).

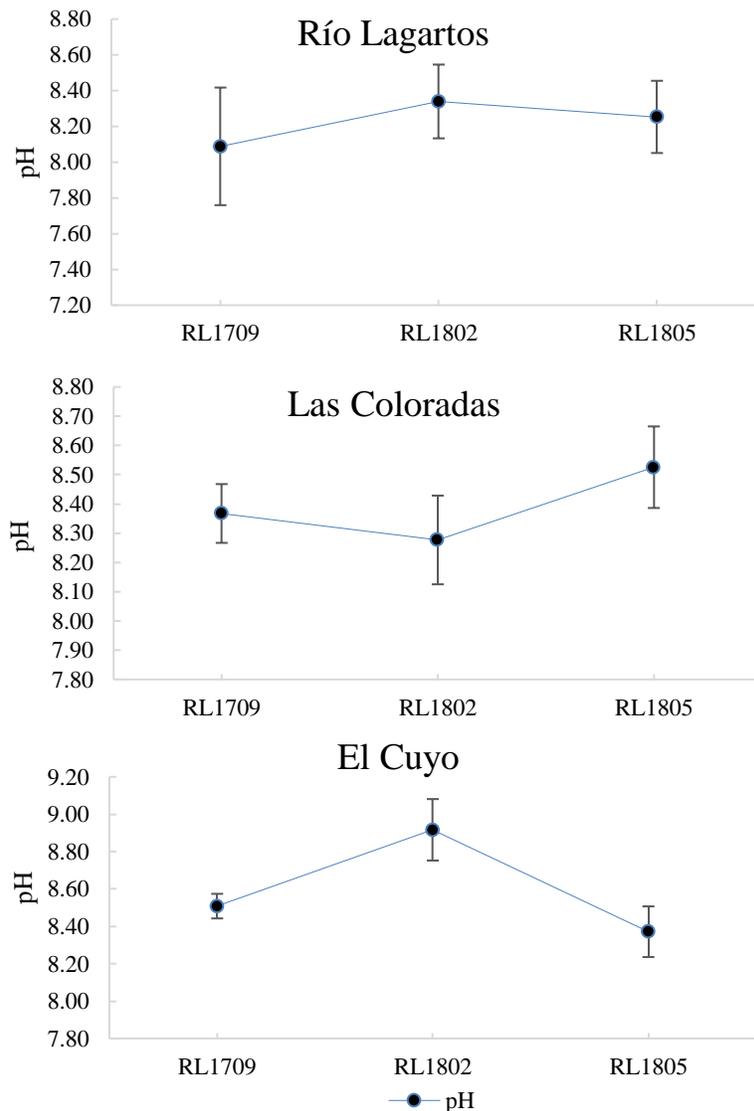


Figura 7. Valores promedio ( $\pm$  desviación estándar) para el pH en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán, por cada área del sistema y cada momento de muestreo. Simbología: RL1709 = lluvias, RL1802 = nortes, RL1805 = secas.

## 8.2 Composición taxonómica y densidad de hidromedusas

Se recolectaron 511 hidromedusas dentro del sistema lagunar Río Lagartos (SLRL), de las cuáles se identificó un total 21 taxones, que pertenecen a 21 especies, 17 géneros, 12 familias, 2 superórdenes y 2 subclases. Todas las especies registradas en este estudio son consideradas nuevos registros para el SLRL y *Clytia gelatinosa* (Mayer, 1900), *Corymorpha bigelowi* (Maas, 1905), *Cubaia aphrodite* Mayer, 1894, *Lovenella bermudensis* (Fewkes, 1883) y *Olindias tenuis* (Fewkes, 1882) constituyen nuevos registros para el Golfo de México. Además, se reporta la ampliación del rango de distribución de *C. bigelowi* y *L. bermudensis* a costas mexicanas. La comunidad estuvo representada en un 79.17% por especies neríticas,

8.33% por especies oceánicas y 12.5% correspondió a organismos que no se pudieron clasificar.

Considerando el promedio de todos los momentos de muestreo y todas las estaciones por área de la laguna, la máxima densidad de hidromedusas se registró en Las Coloradas (24.59 ind/100 m<sup>3</sup>), seguida de Río Lagartos (17.85 ind/100 m<sup>3</sup>), y El Cuyo, en esta última no se registraron hidromedusas en ningún momento del año (Tabla 3). La Familia Clytiidae (organismos inmaduros, juveniles y maduros) aportó el 89% de la densidad total en Las Coloradas y estuvo representada principalmente por organismos inmaduros (55.32%). En el área Río Lagartos la densidad fue aportada principalmente por la Familia Obeliidae con el género *Obelia* (35.30%), y la Familia Bougainvillidae, representada únicamente por la especie *Bougainvillia muscus* (14.14%). Las especies más frecuentes en el área de Río Lagartos fueron *Eucheilota duodecimalis* (40.0% F.O) y juveniles del género *Clytia* (40% F.O), en tanto que para Las Coloradas ocurrió lo mismo con la especie *Eirene tenuis* (26.67% F.O).

Los valores de densidad registrados de manera temporal para todo el SLRL presentaron el máximo durante secas (23.92 ind/100 m<sup>3</sup>), siendo los organismos inmaduros de la Familia Clytiidae (47.04 %) y maduros de la especie *C. hemisphaerica* (13.53%) los más abundantes. La densidad mínima se registró durante lluvias (4.48 ind/100 m<sup>3</sup>) y estuvo representada principalmente por el género *Obelia* (44.48%) y la especie *B. muscus* (25.87%). La densidad registrada durante nortes fue de 5.11 ind/100 m<sup>3</sup>. La especie *Stauridiosarsia ophiogaster* (22.92%), organismos del género *Obelia* (22.46%) y *B. muscus* (17.41%) fueron las que más contribuyeron a la densidad en ese muestreo. Durante lluvias se observó una mayor frecuencia de la especie *B. muscus* (21.05% F.O) y estadios juveniles del género *Clytia* (15.79% F.O), en nortes las frecuencias fueron semejantes para todas las especies (5.26% F.O) y durante secas fue la Familia Clytiidae, representada por organismos inmaduros (26.32% F.O) y juveniles del género *Clytia* (26.32% F.O) (Tabla 3).

La variación de la densidad promedio no presentó diferencias significativas a nivel espacial ni temporal ( $p > 0.06$ ), y la interacción entre ambos factores fue significativa (pseudo- $F_{4,56}=2.3735$ ;  $p < 0.05$ ). En Río Lagartos la densidad presentó los valores más altos en nortes (19.40 ind/100 m<sup>3</sup>) y secas (19.06 ind/100 m<sup>3</sup>), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre los momentos de muestreos consecutivos ( $p > 0.05$ ) (Figura 8). Para Las Coloradas, el valor más alto se observó en secas (71.84 ind/100 m<sup>3</sup>) y durante nortes no se registraron hidromedusas en este sitio. Sin embargo, las variaciones entre los momentos de muestreos tampoco fueron significativas ( $p > 0.05$ ). En El Cuyo la densidad de hidromedusas fue 0, y las diferencias con las áreas de Río Lagartos y Las Coloradas fueron significativas de manera global ( $t= 2.0984$ ;  $p < 0.001$ ) y entre áreas adyacentes ( $p < 0.05$  en todos los casos).

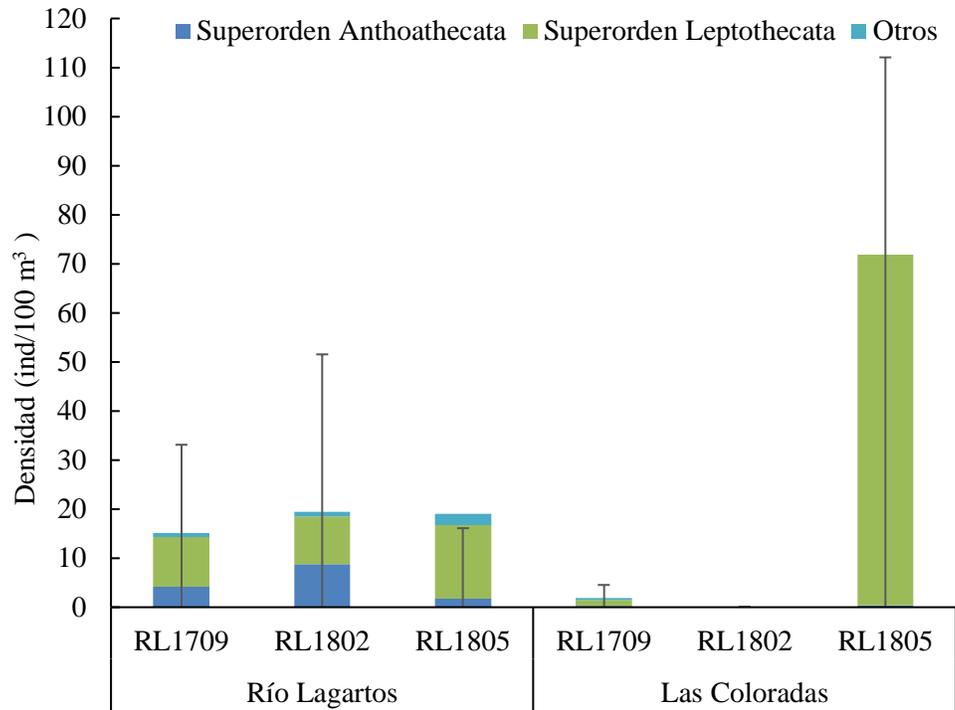


Figura 8. Variación espacio-temporal de la densidad promedio (ind /100m<sup>3</sup>) ( $\pm$  desviación estándar) de hidromedusas en el Sistema Lagunar Río Lagartos, Yucatán. Otros = Hydroidolina spp., subclase Trachylinae; Momentos de muestreo: RL1709 = lluvias, RL1802 = nortes, RL1805 = secas.

De los 21 taxones identificados, al menos 10 especies presentaron distintos estadios de su fase medusa dentro del SLRL. En algunas especies (p. ej. *B. muscus*, *Obelia* spp., *E. tenuis*, *E. duodecimalis*) se registró una mayor proporción de organismos inmaduros y juveniles durante lluvias, así como maduros durante secas (Figura 9). Al contrario, la limnomedusa *O. tenuis* presentó organismos inmaduros y juveniles durante secas y maduros durante lluvias (Figura 9). En el caso particular de la Familia Clytiidae, los organismos que no se pudieron determinar a especie (inmaduros (nivel familia) y juveniles (*Clytia* spp.) se registraron durante todos los momentos de muestreo consecutivos, mientras que los organismos maduros (*C. hemisphaerica*, *C. discoida*, *C. gelatinosa*) únicamente en nortes y secas (Figura 10).

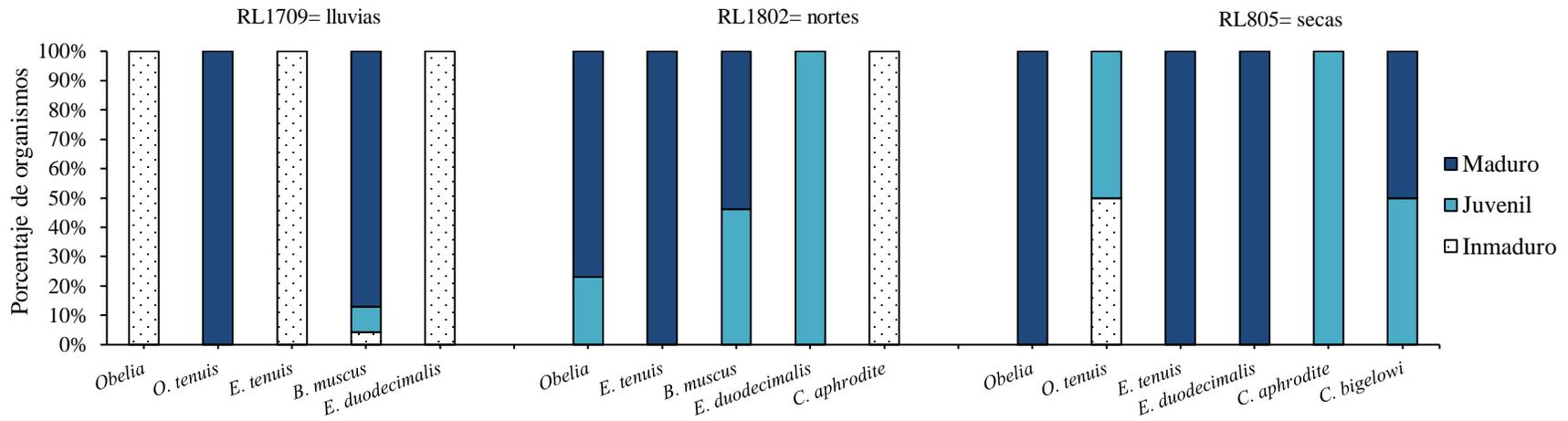


Figura 9. Variación temporal de los distintos estadios (inmaduro, juvenil, maduro) de las especies de hidromedusas dentro del SLRL.

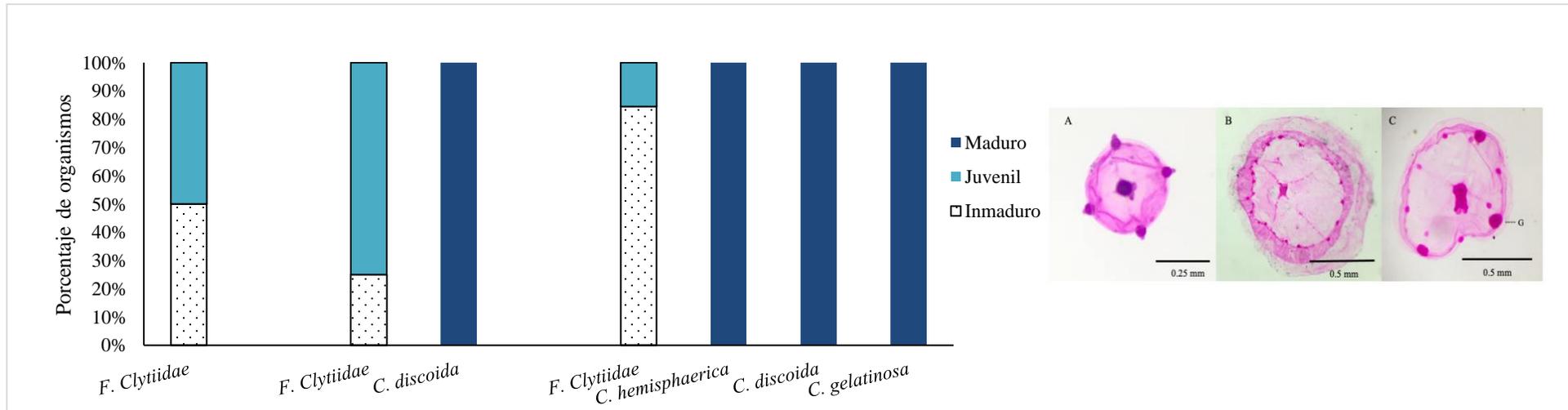


Figura 10. Variación temporal de la Familia Clytiidae dentro del SLRL (izquierda). Se muestran imágenes de referencia de los distintos estadios observados (derecha): A= Inmaduro; B=Juvenil; C=Maduro; G= Gónadas presentes.

Tabla 3. Listado taxonómico de las hidromedusas y variación espacial y temporal de su densidad (ind/100 m<sup>3</sup>) y densidad relativa promedio, así como la frecuencia de ocurrencia, por área y momento de muestreo en el sistema lagunar Río Lagartos. Simbología: RL = Río Lagartos, CL = Las Coloradas, F.O = Frecuencia de ocurrencia, <sup>x</sup> = constituyen nuevos registros para el Golfo de México, H = Hábitat, \*nerítica, \*\*oceánica. Los datos en negritas corresponden a las especies.

Clasificación taxonómica	Densidad total por área (ind/100 m <sup>3</sup> )		Densidad relativa (%)		F. O (%)		Densidad total por muestreo (ind/100 m <sup>3</sup> )			Densidad relativa (%)			F. O (%)			H
	RL	CL	RL	CL	RL	CL	sep-17	feb-18	may-18	sep-17	feb-18	may-18	sep-17	feb-18	may-18	
Filum Cnidaria Hatschek, 1888																
Subfilum Medusozoa K. Peterson 1979																
Clase Hydrozoa Owen 184																
Subclase Hydroidolina Collins, 2000																
Hydroidolina spp.	0.784	0.148	4.39	0.60	33.33	6.67	0.249	0.138	0.349	5.56	2.70	1.46	10.53	5.26	15.79	
Superorden Anthoathecata Cornelius, 1992																
<b>Anthoathecata sp. 1</b>	0.288	0.000	1.61	0.00	6.67	0.00	0.000	0.000	0.227	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	5.26	*
Familia Corynidae Johnston, 1836																
Género <i>Stauridiosarsia</i> Mayer, 1910																
<b><i>Stauridiosarsia ophiogaster</i> (Haeckel, 1879)</b>	1.482	0.000	8.30	0.00	6.67	0.00	0.000	1.170	0.000	0.00	22.92	0.00	0.00	5.26	0.00	*
Familia Cladonematidae Gegenbaur, 1857																
Género <i>Cladonema</i> Dujardin, 1843																
<b><i>Cladonema cf. radiatum</i> Dujardin, 1843</b>	0.072	0.112	0.40	0.45	6.67	6.67	0.000	0.000	0.145	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	10.53	*
Suborden Filifera Kühn, 1913																
Familia Bougainvilliidae Lütken, 1850																
Género <i>Bougainvillia</i> Lesson, 1830																
<b><i>Bougainvillia muscus</i> (Allman, 1863)</b>	2.525	0.070	14.14	0.28	26.67	6.67	1.159	0.889	0.000	25.87	17.41	0.00	21.05	5.26	0.00	*
Familia Rathkeidae Russell, 1953																
Género <i>Lizzia</i> Forbes, 1846																
<b><i>Lizzia blondina</i> Forbes, 1848</b>	0.370	0.000	2.07	0.00	13.33	0.00	0.000	0.235	0.057	0.00	4.60	0.24	0.00	5.26	5.26	*

Clasificación taxonómica	Densidad total por área (ind/100 m <sup>3</sup> )		Densidad relativa (%)		F. O (%)		Densidad total por muestreo (ind/100 m <sup>3</sup> )			Densidad relativa (%)			F. O (%)			H
	RL	CL	RL	CL	RL	CL	sep-17	feb-18	may-18	sep-17	feb-18	may-18	sep-17	feb-18	may-18	
Suborden Aplanulata Collins, Winkelman, Hadrys & Schierwater, 2005																
Familia Corymorphidae Allman, 1872																
Género <i>Corymorpha</i> M. Sars, 1835																
<b><i>Corymorpha bigelowi</i> (Maas, 1905) <sup>x</sup></b>	0.144	0.000	0.81	0.00	6.67	0.00	0.000	0.000	0.114	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	5.26	*
Superorden Leptothecata Cornelius, 1992																
Orden Statocysta Leclère, Schuchert, Cruaud, Couloux, Manuel, 2009																
Suborden Proboscoida Broch, 1910 sensu novum																
Infraorden Obeliida Maronna, Miranda, Peña Cantero, Barbeitos & Marques, 2016																
Familia Clytiidae Cockerell, 1911	1.584	13.604	8.87	55.32	20.00	26.67	0.279	0.459	11.252	6.23	8.99	47.04	5.26	5.26	26.32	
Género <i>Clytia</i> Lamouroux, 1812																
<i>Clytia</i> spp. Lamouroux, 1812	0.926	2.364	5.19	9.61	40.00	20.00	0.341	0.264	1.992	7.61	5.17	8.33	15.79	5.26	26.32	
<b><i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus, 1767)</b>	0.000	4.098	0.00	16.67	0.00	20.00	0.000	0.000	3.236	0.00	0.00	13.53	0.00	0.00	15.79	*
<b><i>Clytia gelatinosa</i> (Mayer, 1900) <sup>x</sup></b>	0.000	1.152	0.00	4.69	0.00	20.00	0.000	0.000	0.910	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	15.79	*
<b><i>Clytia discoida</i> (Mayer, 1900)</b>	0.124	0.668	0.69	2.72	6.67	13.33	0.000	0.098	0.527	0.00	1.91	2.20	0.00	5.26	10.53	*
Familia Obeliidae Haeckel, 1879																
Género <i>Obelia</i> Péron & Lesueur, 1810																
<b><i>Obelia</i> spp. Péron &amp; Lesueur, 1810</b>	6.302	0.000	35.30	0.00	33.33	0.00	2.172	1.147	1.656	48.48	22.46	6.92	5.26	5.26	15.79	*
Suborden Eirenida taxon novum																
Familia Eirenidae Haeckel, 1879																
Género <i>Eirene</i> Eschscholtz, 1829																
<b><i>Eirene tenuis</i> (Browne, 1905)</b>	0.458	2.375	2.56	9.66	6.67	26.67	0.058	0.361	1.816	1.30	7.08	7.59	5.26	5.26	15.79	*
Género <i>Eutima</i> McCrady, 1859																
<b><i>Eutima mira</i> McCrady, 1859</b>	0.580	0.000	3.25	0.00	13.33	0.00	0.000	0.000	0.458	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00	10.53	*

Clasificación taxonómica	Densidad total por área (ind/100 m <sup>3</sup> )		Densidad relativa (%)		F. O (%)		Densidad total por muestreo (ind/100 m <sup>3</sup> )			Densidad relativa (%)			F. O (%)			H
	RL	CL	RL	CL	RL	CL	sep-17	feb-18	may-18	sep-17	feb-18	may-18	sep-17	feb-18	may-18	
Familia Lovenellidae Russell, 1953																
Género <i>Eucheilota</i> McCrady, 1859																
<b><i>Eucheilota duodecimalis</i> A. Agassiz, 1862</b>	0.818	0.000	4.58	0.00	40.00	0.00	0.133	0.098	0.415	2.96	1.91	1.74	5.26	5.26	21.05	*
Género <i>Lovenella</i> Hincks, 1868																
<b><i>Lovenella bermudensis</i> (Fewkes, 1883) <sup>x</sup></b>	0.639	0.000	3.58	0.00	20.00	0.00	0.000	0.000	0.504	0.00	0.00	2.11	0.00	0.00	15.79	*
Familia Aequoreidae Eschscholtz, 1829																
Género <i>Aequorea</i> Péron & Lesueur, 1810																
<b><i>Aequorea macrodactyla</i> (Brandt, 1835)</b>	0.067	0.000	0.38	0.00	6.67	0.00	0.000	0.053	0.000	0.00	1.04	0.00	0.00	5.26	0.00	**
Familia Malagazziidae Bouillon, 1984																
Género <i>Octophialucium</i> Kramp, 1955																
<b><i>Octophialucium medium</i> Kramp, 1955</b>	0.124	0.000	0.69	0.00	6.67	0.00	0.000	0.098	0.000	0.00	1.91	0.00	0.00	5.26	0.00	**
Subclase Trachylinae Haeckel, 1879																
Orden Linnomedusae Kramp, 1938																
Familia Olindiidae Haeckel, 1879																
Género <i>Cubaia</i> Mayer, 1894																
<b><i>Cubaia aphrodite</i> Mayer, 1894 <sup>x</sup></b>	0.277	0.000	1.55	0.00	13.33	0.00	0.000	0.098	0.121	0.00	1.91	0.51	0.00	5.26	5.26	*
Género <i>Olindias</i> Müller, 1861																
<b><i>Olindias tenuis</i> (Fewkes, 1882) <sup>x</sup></b>	0.291	0.000	1.63	0.00	20.00	0.00	0.089	0.000	0.141	1.98	0.00	0.59	5.26	0.00	10.53	*
TOTAL	17.85	24.59					4.48	5.11	23.92							

### 8.3 Diversidad de hidromedusas

El SLRL presentó la mayor riqueza de especies durante secas (14 especies) y menor en lluvias (5 especies). El 90% de las especies fueron recolectadas al oeste (área=Río Lagartos) considerando todos los momentos de muestreo. Los valores de alfa diversidad ( $\alpha$ ) reflejaron que Río Lagartos registró un total de 16 especies, Las Coloradas 6 especies y El Cuyo 0 especies. La riqueza extrapolada utilizando el estimador Chao2, podría ser superior a 28 especies para Río Lagartos y 7 especies para Las Coloradas (Figura 11 – A). La integridad de las curvas para Las Coloradas fue de 0.906, lo cual supone que se cubrió el total de la riqueza del área, mientras que para Río Lagartos fue de 0.837, muy cerca de la detección total de las especies (Figura 11 – B). La evaluación de la interpolación de riqueza por completitud en 0.90, detectó que Río Lagartos fue el área con mayor riqueza (Figura 11 – C). La diversidad gamma ( $\gamma$ ) fue de 18 especies, y extrapolando dichos valores con el estimador Chao2, la riqueza total podría ser superior a 24 especies. La completitud real de la muestra fue de 0.923 (Figura 11 – D).

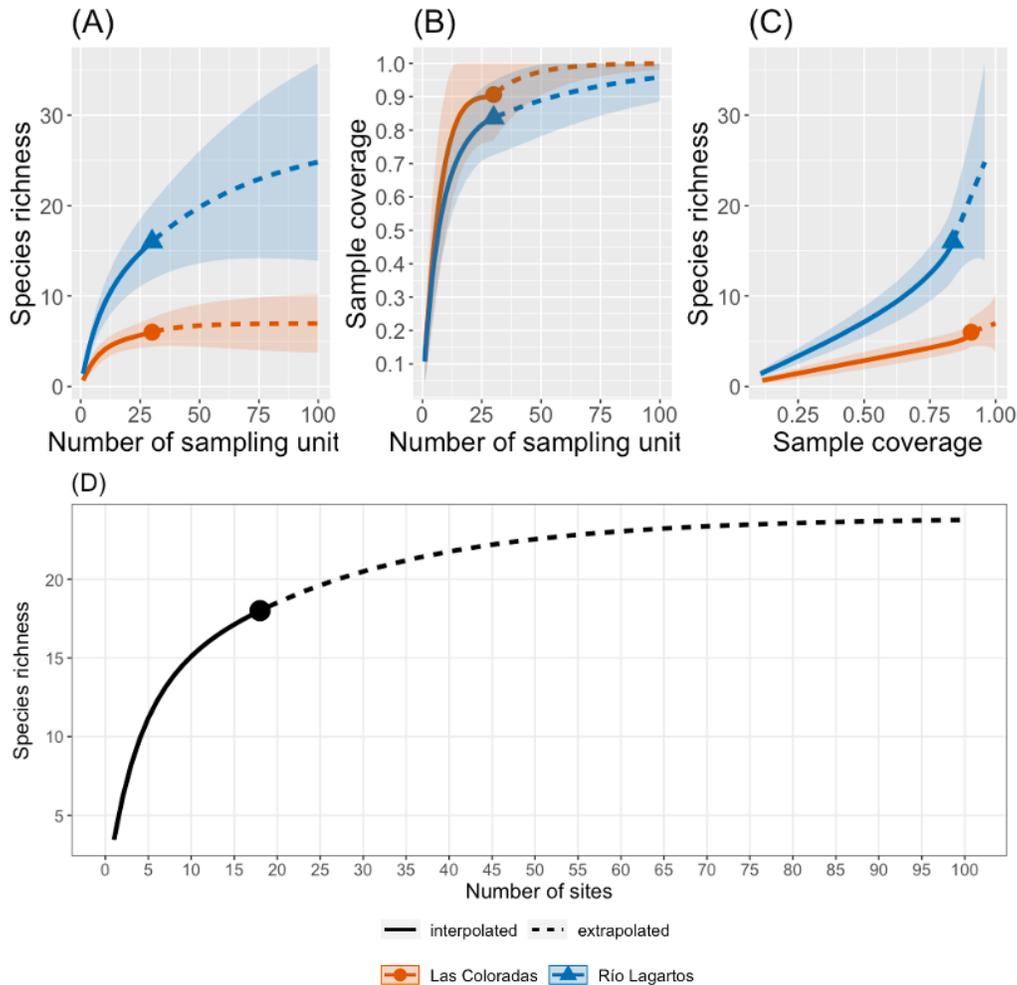


Figura 11. Curvas de interpolación y extrapolación (espacial) de valores de riqueza y análisis de completitud de muestras de especies de hidromedusas en el SLRL. (A) Curva de acumulación de especies en función de la incidencia de especies para Río Lagartos y Las Coloradas. (B) Curva de acumulación de cobertura muestral en función de la incidencia de cada área. (C) Muestra de curvas de completitud que unen curvas en paneles (A, B). (D) Curva de acumulación de especies para el SLRL basado en la incidencia de especies en 18 muestras. El símbolo sólido representa el valor observado.

En cuanto a la variación temporal en la riqueza por cada área, en Río Lagartos los valores máximos se registraron durante secas (10 especies) y nortes (10 especies) y los mínimos, en lluvias (4 especies). (Figura 12 – A). Las Coloradas registró un máximo de especies en secas (5 especies), seguido de un valor más bajo en lluvias (2 especies), y durante nortes no se registraron especies (Figura 12 – D). La integridad de las curvas para todos los momentos de muestreo de Río Lagartos fue menor a 0.90 (Figura 12 – B), mientras que, para Las Coloradas, solo durante secas se obtuvo un alcance total de la riqueza temporal registrada (1.0) (Figura 12 – E). La evaluación de la interpolación de riqueza por completitud en 0.90 permitió detectar que los muestreos de nortes y secas fueron los de máxima riqueza para el área de Río Lagartos (Figura 12 – C), mientras que para Las Coloradas solo fue el muestreo de secas (Figura 12 – F).

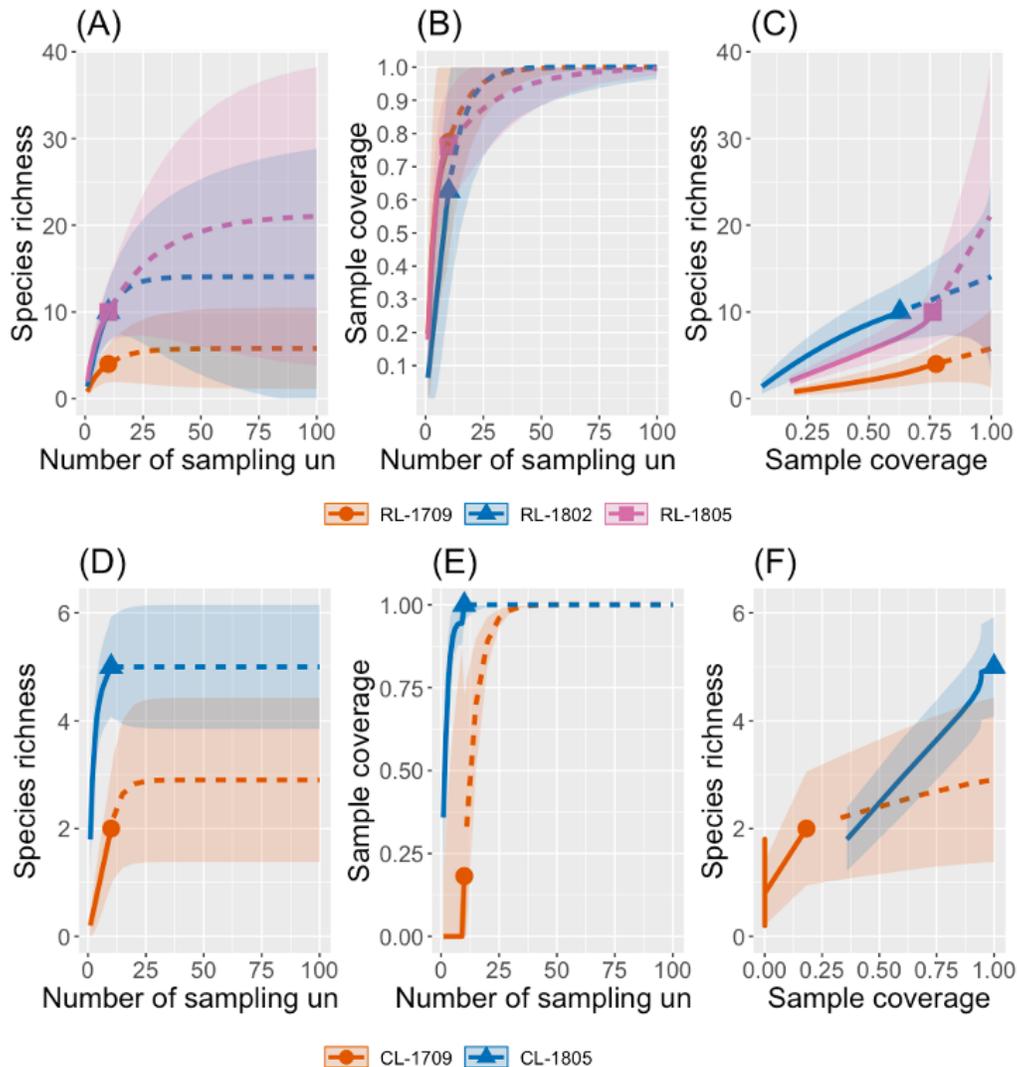


Figura 12. Curvas de interpolación y extrapolación (temporal) de valores de riqueza y análisis de completitud de muestras de especies de hidromedusas en el SLRL. (A – D) Curva de acumulación de especies en función de la incidencia de especies para Río Lagartos y Las Coloradas. (B – E) Curva de acumulación de cobertura muestral en función de la incidencia de cada área. (C – F) Muestra de curvas de completitud que unen curvas en paneles (A, B y D, E). Simbología: RL = Río Lagartos, CL = Las Coloradas, 1709 = lluvias, 1802 = nortes, 1805 = secas. Las líneas continuas representan la interpolación, mientras que las líneas discontinuas representan la extrapolación. El símbolo sólido representa el valor observado.

Con respecto a la diversidad beta ( $\beta$ ), la disimilitud de Sorensen fue de 0.8%. El componente de recambio de especies fue considerablemente más alto (0.6) que el componente de pérdida de especies (0.2). El índice de Bray-Curtis reflejó diferencias significativas con una prueba ANOVA en los patrones de dispersión de la densidad entre las áreas de Río Lagartos – Las Coloradas ( $F_{1,11}=5.85$   $p < 0.027$ ) y los momentos de muestreo ( $F_{2,10}=8.17$ ,  $p < 0.02$ ) (Figura 13).

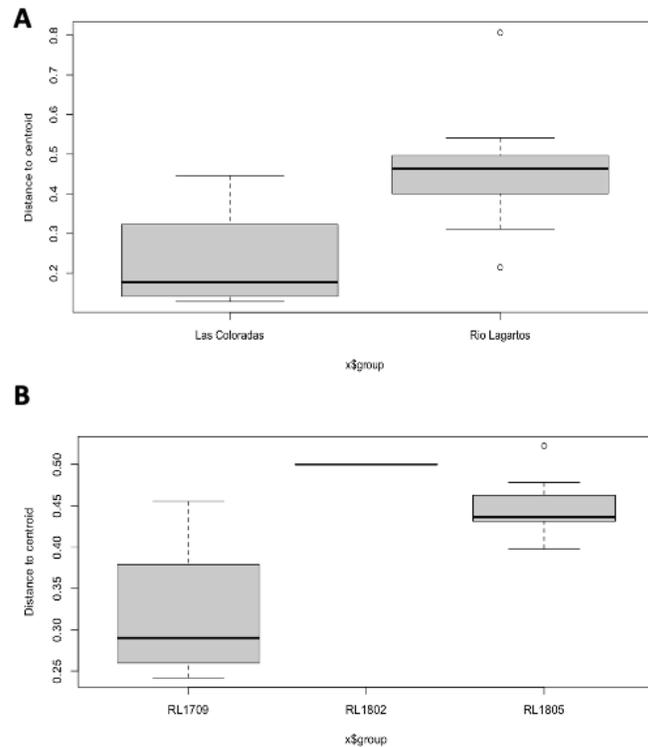


Figura 13. Boxplots de la dispersión de la densidad con respecto a la distancia de los centroides para las áreas (A) y los momentos de muestreo (B). Simbología: RL1709 = lluvias, RL1802 = nortes, RL1805 = secas

## 8.4 Ensamblaje y composición de hidromedusas

Para la visualización del MDS, se utilizaron únicamente las estaciones en donde se registraron especies. El ensamblaje de hidromedusas se diferenció entre áreas y momentos de muestreo (Figura 14). En la horizontal, las muestras de hidromedusas se separan espacialmente: las recolectadas en el área de Río Lagartos se observan hacia el lado derecho de la figura, y las de Las Coloradas al lado izquierdo. En la vertical, las muestras se organizan según los momentos de muestreo: las recolectadas en lluvias se sitúan en la parte media de la figura y las de secas en los extremos. La excepción a esto son las muestras recolectadas durante nortes en Río Lagartos, que se hallan esparcidas en toda la figura, reflejando una alta heterogeneidad posiblemente asociada a la presencia de especies raras o únicas en cada muestra.

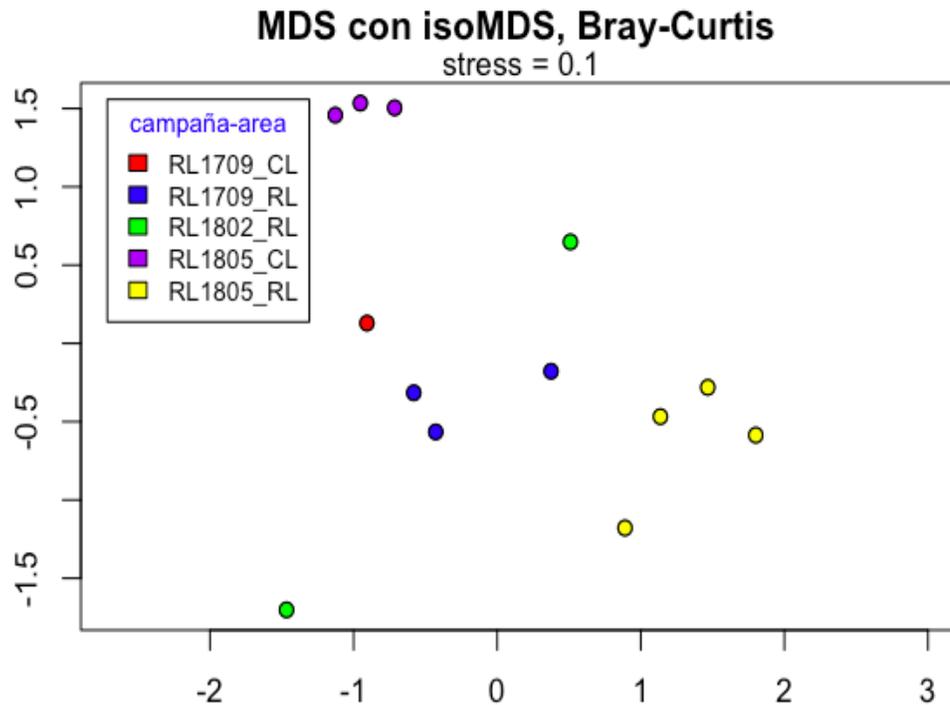


Figura 14. Escalamiento multidimensional no métrico de la densidad de hidromedusas considerando las estaciones de muestreo donde se detectaron organismos. Se aplicó una transformación de raíz cuadrada. El coeficiente de disimilitud utilizado fue Bray-Curtis. Simbología: RL = Río Lagartos, CL = Las Coloradas, 1709 = lluvias, 1802 = nortes, 1805 = secas.

La composición de especies presentó diferencias significativas entre las áreas (pseudo- $F_{1,12}=5.1206$ ;  $p < 0.01$ ) y los momentos de muestreo (pseudo- $F_{2,12}=3.0646$ ;  $p < 0.01$ ) y la interacción entre ambos factores no fue significativa (pseudo- $F_{1,12}=1.7759$ ;  $p > 0.06$ ). En Río Lagartos la composición de especies fue similar durante lluvias y nortes ( $t=1.43$ ;  $p > 0.5$ ) y entre nortes y secas ( $t=1.38$ ;  $p < 0.05$ ).

## 8.5 Relación de la distribución de las hidromedusas con los factores abióticos

Para el análisis BIOENV se realizaron dos pruebas, una considerando todas las estaciones de muestreo para ver la correlación de las variables ambientales con la presencia de las hidromedusas, y la segunda considerando solo las estaciones que sí registraron hidromedusas, para ver la correlación con la distribución de la densidad. En ambas pruebas se utilizaron los valores de correlación Spearman y distancias Euclidianas.

El test global con una mayor correlación entre variables ambientales y la distribución de la presencia de hidromedusas arrojó un valor de correlación (Rho) de 0.428 y un nivel de significancia del 0.001 con la salinidad como variable explicativa (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis BIOENV para correlación entre las variables abióticas y la presencia de hidromedusas en el SLRL. El análisis se realizó con 999 permutaciones y distancias Euclidianas. Variables seleccionadas: 1 = pH; 2 = Oxígeno disuelto; 3 = Temperatura; 4 = Salinidad.

No.Vars	Correlación	Variabes seleccionadas
1	0.428	4
2	0.366	3, 4
2	0.269	1, 4
3	0.266	1, 3, 4
3	0.211	2-4
2	0.191	2, 4
4	0.161	todas
3	0.142	1, 2, 4
1	0.083	3
2	0.074	1, 3

El segundo análisis arrojó un valor estadístico (Rho) de 0.347 y un nivel de significancia de 0.122 en el test con mayor correlación, nuevamente con la salinidad como variable explicativa en la distribución de la densidad de las hidromedusas (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis BIOENV para correlación entre las variables abióticas y la presencia de hidromedusas en el SLRL. El análisis se realizó con 999 permutaciones y distancias euclideanas. Variables seleccionadas: 1 = pH; 2 = Oxígeno disuelto; 3 = Temperatura; 4 = Salinidad.

No.Vars	Correlación	Variabes seleccionadas
1	0.347	4
3	0.247	1, 3, 4
2	0.237	3,4
4	0.229	todas
3	0.222	1-3
2	0.218	1, 3
3	0.211	1, 2, 4
2	0.205	1,2
2	0.202	2, 4
1	0.194	2

## 9. DISCUSIÓN

### 9.1 Composición taxonómica

De los 21 taxones descritos en el presente trabajo, el 24% (cinco especies) corresponde a nuevos registros para la zona del Golfo de México, lo que aumenta el número de especies y familias reportadas para el país, esto con base en el último listado taxonómico publicado por Gasca y Loman-Ramos en el 2014. Este incremento en el número de especies de medusas en las costas mexicanas se atribuye principalmente a la falta de estudios en la región (Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2015), misma que ha orientado el desarrollo de investigaciones con diversos enfoques (taxonomía, ecología, toxicología, genética) (Mendoza-Becerril y Agüero, 2019). Otra posible causa de la detección de nuevos registros en la zona sur del Golfo de México podría asociarse a fluctuaciones de las condiciones ambientales (salinidad, temperatura, productividad) de los ecosistemas acuáticos (Mills, 2001; Martell-Hernández *et al.*, 2014), que pueden conducir a cambios en la distribución de las especies, por ejemplo, por la aparición de condiciones favorables para especies que antes no estaban ahí. En este sentido, la ampliación del rango de distribución de *C. bigelowi* (registro previo: Indo-Pacífico) y *L. bermudensis* (registro previo: Atlántico Norte Occidental) en las costas mexicanas podría relacionarse con cambios ambientales asociados al cambio climático (Chollett *et al.*, 2012), que hacen que las condiciones sean más adecuadas para el establecimiento de nuevos registros de hidromedusas. Por otro lado, el amplio margen de tolerancia que presentan estas especies ante ciertas variables ambientales podría facilitar su distribución en nuevos ambientes: en el caso de *L. bermudensis*, su distribución hacia latitudes más bajas podría indicar que es una especie euritérmica, tal y como lo observó Mendoza-Becerril *et al.* (2009) para *Bougainvillia superciliaris*, *Nemopsis bachei*, *Sarsia tubulosa* y *Clytia globosa* en la Laguna Madre, Tamaulipas. Madkour *et al.* (2019) señala en particular a *C. bigelowi* como una especie eurihalina que se distribuye ampliamente en áreas ecuatoriales y tropicales del Océano Pacífico, Indo-Pacífico e Índico, lo que podría justificar su presencia en sitios de alta salinidad (> 35 ups) dentro del sistema lagunar Río Lagartos (SLRL).

El porcentaje de hidromedusas que no se pudieron identificar (12.5%) se relacionó con la ausencia de estructuras morfológicas necesarias para identificar a nivel de género o especie, ya sea por rotura de estructuras por el tipo de muestreo o presencia de estadios muy inmaduros (p. ej. Hidrodolina spp., familia Clytiidae (organismos inmaduros), género *Clytia* (organismos juveniles). Para el género *Obelia* no se determinaron las especies, puesto que la literatura (p. ej. Bouillon y Boero, 2000) menciona que no es posible observar diferencias morfológicas en la fase medusa que permitan separarlas correctamente.

La presencia de las especies oceánicas *Aequorea macrodactyla* y *Octophialucium medium* en el SLRL refuerza la idea de la alta resistencia a las variaciones de la salinidad de las hidromedusas (Mills, 1984), lo cual puede considerarse una adaptación para ingresar a sistemas lagunares de manera ocasional. Mendoza-Becerril *et al.* (2009) y Daňko *et al.* (2019) sugieren que el proceso de osmoregulación de algunos hidrozooos (p. ej. *Eleutheria dichotoma*) contribuye a la supervivencia durante la variación estacional de la salinidad por diversos factores (lluvias extensas, altas temperaturas, etc.). Algunas otras adaptaciones morfológicas que presentan las hidromedusas que pueden influir en su distribución son los tentáculos con almohadillas adhesivas en especies como *Cladonema cf. radiatum*, *Vallentinia gabriellae* y *O. tenuis*, los cuales se ha reportado utilizan para desplazarse o adherirse al sustrato, principalmente a vegetación sumergida (Cedeño-Posso, 2014). En este sentido, la presencia de estas especies en las áreas de Río Lagartos y Las Coloradas podría asociarse a las grandes extensiones de macroalgas y pastos marinos que se presentan en los fondos, principalmente en la zona oeste del sistema lagunar (Ortegón-Aznar *et al.*, 2001), que también favorecen el asentamiento de la fase pólipo de estas y otras especies con ciclos de vida meroplanctónicos.

Los cambios en las corrientes podrían ser otro factor que modifique la distribución de los organismos a través de su dispersión en la fase pelágica (medusa) o bentónica (pólipo) (Wolff, 2005; Flores-Coto *et al.*, 2016) a través del transporte. En el caso particular de *C. gelatinosa*, *C. aphrodite* y *O. tenuis*, sus registros previos corresponden a la región marina y litoral del Caribe mexicano (Suárez-Morales *et al.*, 1995; Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997; Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005; Gasca *et al.*, 2003; Ramos y Segura-Puertas, 2004). En esta región, la corriente de Yucatán es la principal corriente de transporte de organismos desde el Caribe hasta el Golfo de México (Candela *et al.*, 2002) y puede haber favorecido el transporte de especies hacia la laguna, tal y como sugieren Ahuatzin-Hernández *et al.* (2020) para las especies de hidromedusas registradas en la laguna costera Bocas de Dzilam.

El tráfico marítimo y la descarga de agua de lastre podrían considerarse otros mecanismos que modifiquen la dispersión de las hidromedusas durante todas sus fases del ciclo de vida (Ruíz *et al.*, 1997; Genzano *et al.*, 2006; Correa y Almada, 2013). En la fase bentónica, los pólipos pueden adherirse a la superficie de los barcos (Okolodkov *et al.*, 2007), a sustratos flotantes inorgánicos u orgánicos (p. ej. algas, troncos) o a seres vivos, actuando como parásitos (p. ej. la especie *Hydrichthys mirus* en el pez *Choeroichthys brachysoma*: Boero *et al.*, 1991) o epibiontes (p. ej. la especie *Clytia gracilis* en el decápodo *Liocarcinus depurator*: Fernández-Leborans y Gabilondo, 2005), y ampliar sus rangos de dispersión natural (Calder

*et al.*, 2014). Los desechos antropogénicos no degradables arrojados al mar de manera directa o indirecta, por eventos naturales (p. ej. terremotos, tsunamis, deslaves), contribuyen a la creación de sustratos disponibles para el desarrollo exitoso de las fases bentónicas de las hidromedusas (Gregory, 2009; Bryan *et al.*, 2012; Calder *et al.*, 2014). En este sentido, los fenómenos naturales característicos de la región (p. ej. huracanes, tormentas, nortes) (Tapanes y González-Coya, 1980), así como los arribazones de sargazo a las costas (aunque no tan masivos como en la zona del Caribe mexicano) (Mendoza-Becerril *et al.*, 2020) y la alta concentración de microplásticos de origen antropogénico presentes a finales del verano dentro del sistema lagunar (Quesadas-Rojas *et al.*, 2021) podrían actuar como factores de introducción y dispersión de taxones en el SLRL.

De los 21 taxones encontrados, al menos 10 especies utilizan la laguna para su reproducción, lo que se dedujo de la presencia de distintos estadios de su fase pelágica (inmaduro, juvenil, maduro) durante los muestreos. Algunas de estas especies se encuentran ya reportadas en la región marina y litoral del Golfo de México (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994; Suárez-Morales *et al.*, 2002; Loman-Ramos *et al.*, 2007; Martell-Hernández *et al.*, 2014; Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2015; Flores-Coto *et al.*, 2016), lo que sugiere que podrían estar utilizando la laguna como zona de reproducción, tal como se ha observado con otros taxones, por ejemplo de peces (Vega-Cendejas, 2007; García-Hernández *et al.*, 2009) o crustáceos (May-Kú y Ordóñez-López, 2006) en este sistema hiperhalino, y para las lagunas costeras en general que se consideran como sitios de crianza, reproducción y/o alimentación (Arceo-Carranza y Vega-Cendejas, 2009). Estos resultados también sugieren que el área de Río Lagartos y Las Coloradas dentro del sistema lagunar podrían estar actuando como un reservorio de especies marinas para el grupo de las hidromedusas.

Los ciclos de vida de la mayoría de las especies de hidromedusas son desconocidos (Bouillon *et al.*, 2006), por lo que en muchos casos no se puede relacionar la temporalidad reproductiva con la presencia de distintos estadios de la fase pelágica (medusa). En el caso particular del género *Obelia*, los resultados sugieren una reproducción estacional en secas, y que esta es suficientemente alta como para permitir su distribución cosmopolita y alta frecuencia durante todo el año, lo cual es consistente con las altas densidades de estos organismos reportadas en el SLRL y en otros sistemas lagunares (Nagata *et al.*, 2014). Lo mismo se observó en lluvias para la especie *B. muscus*, considerada una especie nerítica eurihalina (Cortés-Lacomba *et al.*, 2013). Este patrón de reproducción estacional de *B. muscus* contrasta con lo observado por Vannucci-Mendez y Rees (1961), quienes observaron liberación de medusas inmaduras durante cualquier momento del año. Otras especies que presentaron distintos estadios de la

fase pelágica, pero en una frecuencia y densidad menor, fueron *C. aphrodite*, *C. bigelowi*, *E. duodecimalis*, *E. tenuis* y *O. tenuis*.

En el caso de la Familia Clytiidae, la variabilidad en la proporción de los estadios observados en los distintos momentos de muestreo, con ausencia de organismos maduros durante lluvias, sugiere cierta estacionalidad reproductiva, misma que ha sido comprobada experimentalmente para *C. hemisphaerica* (Houliston *et al.*, 2021). Sin embargo, la imposibilidad de reconocer a nivel de especie los estadios juveniles de dicha familia, impide sacar conclusiones más concretas acerca de la época de reproducción de cada especie. Esta se podría corroborar mediante la identificación de los pólipos y de los distintos estadios inmaduros de la fase medusa con análisis moleculares (He *et al.*, 2015), pues la similitud morfológica de estos estadios o fases entre especies dificulta su identificación morfológica (Bouillon *et al.*, 2004).

Las especies de limnomedusas registradas (*C. aphrodite*, *O. tenuis* y *V. gabriellae*) presentan alta toxicidad con potencial de daños sociambientales en el SLRL, principalmente efectos negativos directos relacionados con la industria del turismo (p. ej. picaduras a bañistas) si sus poblaciones llegaran a incrementar en el futuro, tal como lo sugiere Purcell *et al.* (2017). A pesar de que a la fecha no se ha reportado ningún un impacto grave por picaduras de hidromedusas a turistas en el país (Mendoza-Becerril, 2019), la presencia de estas especies dentro del SLRL debería considerarse un motivo de estudio a futuro para conocer su comportamiento y posible estacionalidad, así como los factores que pueden favorecer su proliferación. Algunas limnomedusas, como *Olindias sambaquiensis* o *Gonionemus vertens*, han sido reportadas en otras áreas (p. ej. las aguas costeras del Atlántico sur de Brazil, Uruguay, Argentina y el Atlántico nororiental) por los efectos de su picadura incidental, que van desde dolor intenso hasta dificultad respiratoria e incluso parálisis nerviosa (Mosovich y Young, 2012; Weston *et al.*, 2013; Govindarajan y Carman, 2016).

Los ensamblajes de hidromedusas fueron distintos entre las áreas que conforman la laguna y entre los distintos momentos de muestreo dentro del SLRL, como ya se ha observado en otros grupos taxonómicos (Dávila-Jiménez *et al.* 2019). Las variaciones entre áreas se asocian a los estrechamientos entre éstas, que restringen el intercambio de agua y los organismos transportados en ella. La restricción en el flujo de agua entre áreas da lugar gradientes ambientales marcados entre éstas (p. ej. sus características hidrológicas) (Herrera-Silveira *et al.*, 1998), mismo que también puede impedir la distribución de ciertos organismos.

## 9.2 Riqueza y diversidad

La riqueza de especies registrada en el SLRL (21 especies) es la mayor hasta la fecha para sistemas lagunares en el Golfo de México. Esto se puede relacionar con la extensa superficie que presenta el sistema (275 km<sup>2</sup>) y con el esfuerzo de muestreo en distintos momentos del año, tal y como sugieren los cambios temporales en la riqueza de especies en este y otros estudios realizados en sistemas lagunares de menor tamaño (p. ej. la Laguna Bojórquez, 17 especies: Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997; Laguna de Términos, 7 especies., Cortés-Lacomba *et al.*, 2013).

La riqueza de especies decreció de oeste a este considerando las distintas áreas estudiadas (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo), patrón que ya se ha observado para otros taxa dentro del SLRL (p. ej. Ortegón-Aznar *et al.*, 2001; Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004; May-kú y Ordóñez-López, 2006; May-kú *et al.*, 2006; Kuk-Dzul *et al.*, 2012; Dávila-Jiménez *et al.*, 2019; Suárez-Mozo *et al.*, en revisión). En el área de El Cuyo no se registraron hidromedusas, igual que ocurrió con el grupo de los poliquetos (Dávila-Jiménez *et al.*, 2019). Esto se debe probablemente a los altos valores de salinidad (> 60 ups) en esta área. La mayor riqueza reportada en el área de Río Lagartos puede estar favorecida por la presencia de condiciones ambientales (temperatura y salinidad) similares a las marinas, que son favorables para las especies que entran a la laguna del mar adyacente. La menor riqueza observada en el área de Las Coloradas puede asociarse al incremento de la salinidad, que reduce el número de especies que no son tolerantes a condiciones hiperhalinas, tal como lo observó en este sistema Ortegón-Aznar *et al.* (2001) para la flora lagunar o Vega-Cendejas y Hernández de Santillana (2004) para la fauna íctica. Daňko *et al.* (2019) reportan que los altos niveles de salinidad (> 45 ups) disminuyen las tasas de supervivencia de algunos hidrozooos, así como también el tiempo de maduración sexual y tasas reproductivas. Sin embargo, la Familia Clytiidae (organismos inmaduros, juvenil y maduros) presentó una alta frecuencia en el área de Las Coloradas en zonas con valores de salinidad > 50 ups. Algunas especies del género *Clytia* han sido reportadas en condiciones hipersalinas (p. ej. *C. gracilis* (Moreira, 1978), *Clytia simplex* (Palma *et al.*, 2007) y *C. hemisphaerica* (Lechable *et al.*, 2020), lo que sugiere una alta tolerancia a la salinidad y explicaría la presencia de las especies *C. hemisphaerica*, *C. gelatinosa* y *C. discoidea* en el área de Las Coloradas.

Por otro lado, la disminución de la vegetación sumergida (pastos y macroalgas) en dirección oeste – este (Ortegón-Aznar *et al.*, 2001), que da lugar a zonas con mayor cobertura de sedimentos, conlleva una reducción en la diversidad de sustratos disponibles para el desarrollo de las fases bentónicas de las hidromedusas, provocando una disminución de la riqueza de especies en Las Coloradas respecto a Río Lagartos, tal como se ha reportado en

otros estudios para comunidades macro bentónicas (Carvalho *et al.*, 2011; Dávila-Jiménez *et al.* 2019).

### 9.3 Densidad

La densidad de hidromedusas registrada en el SLRL reflejó valores inferiores a lo reportado en otros estudios de la zona nerítica y sistemas lagunares del Golfo de México (Mendoza-Becerril *et al.*, 2009; Cortés-Lacomba *et al.*, 2013; Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2015). De acuerdo con Loman-Ramos *et al.* (2007), la densidad de medusas en la zona sur del Golfo de México suele decrecer de la plataforma continental hacia las zonas de influencia lagunar por el efecto de la variabilidad ambiental que se presenta en los sistemas costeros, principalmente la temperatura y la salinidad, a lo largo del año. Además, la baja densidad de organismos que se registró en el SLRL podría asociarse a las características hiperhalinas que se presentan en este sistema (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004), actuando como barrera para muchas especies de origen oceánico. El tamaño de malla utilizado para la recolección de las muestras de zooplancton (500  $\mu\text{m}$ ) es otro factor que pudiese relacionarse con la densidad registrada, tal y como se observa en otros estudios dónde un tamaño de malla menor pone en evidencia la retención de un mayor número de organismos (Cortés-Lacomba *et al.*, 2013 – malla 250  $\mu\text{m}$ ; Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2015 – malla 315  $\mu\text{m}$ ); Ahuatzin-Hernández *et al.*, 2020 – malla 315  $\mu\text{m}$ ).

El área de Río Lagartos presentó menor densidad que el área de Las Coloradas, posiblemente porque la primera presenta mayor interacción con el mar adyacente y, por lo tanto, más posibilidad de interacciones competitivas asociadas a la mayor riqueza (Colburn, 1988; Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004). Ahora bien, en Las Coloradas el patrón registrado fue inverso, es decir, mayor densidad de organismos y menor riqueza, igual a lo observado para la fauna íctica (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004; Ordóñez-López *et al.* (en revisión). Loman-Ramos *et al.* (2007) reportan que las especies mejor adaptadas en sistemas con alta variabilidad ambiental (p. ej. sistemas costeros), suelen ser ecológicamente dominantes. En este sentido, la elevada densidad registrada por la Familia Clytiidae (organismos inmaduros, juveniles, maduros) al área de Las Coloradas se puede relacionar a la capacidad de las especies (p. ej. *C. gelatinosa*, *C. hemisphaerica*, *C. discoidea*) para tolerar condiciones de alta salinidad (Moreira, 1978; Palma *et al.*, 2007; Lechable *et al.*, 2020), lo que promueve un mayor aprovechamiento de los recursos (Colburn, 1988; Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004).

El patrón estacional de la densidad, con un máximo en mayo, coincidiendo con la temporada de secas, no coincidió con lo reportado en otros estudios en el Golfo de México, en que se reportan las máximas densidades durante el mes de octubre (Laguna de Términos: Cortés-Lacomba *et al.*, 2013; Laguna Bojórquez: Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997). Solamente Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2005) observaron un patrón similar al hallado en este estudio en la región nerítica del sureste de Tamaulipas. Los autores reportaron la densidad mínima durante septiembre (lluvias) y el incremento hacia los meses de abril-mayo (secas), siendo esta temporada la de máxima densidad reportada. En ambos sistemas lagunares, los géneros *Obelia* y *Clytia* predominaron en términos de abundancia. Sin embargo, mientras que en la región nerítica del sureste de Tamaulipas la densidad máxima durante el mes de abril correspondió a *Obelia* sp. (57.8%) y *C. discoida* (4.92%) fue la segunda más abundante (Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2005), para el SLRL la especie *C. hemisphaerica* contabilizó en el mes de mayo el 13.5% de la comunidad presente y *Obelia* spp. (6.9%), siendo la tercera más abundante.

Para el área de Río Lagartos, la densidad se distribuyó de manera similar durante todos los muestreos, es decir la variación de las condiciones ambientales, principalmente el incremento de la salinidad y la disminución de la temperatura que se registró durante febrero (nortes), en apariencia no se tradujo en cambios significativos en la densidad de organismos. En Las Coloradas llamó la atención la ausencia de organismos durante la temporada de nortes. Vega-Cendejas y Hernández de Santillana (2004) señalan para el período de nortes, que la intensidad de los vientos induce un mayor movimiento del agua, lo que produce mayor suspensión de materia orgánica y turbidez, beneficiando el incremento de organismos filtradores (p. ej. copépodos, tanaidáceos) y, en consecuencia, de la fauna íctica (p. ej. *Eucinostomus argenteus*, *E. gula*: Chi-Espínola y Vega-Cendejas, 2016). Esta fauna puede actuar como depredadores de hidromedusas, ya que existen estudios sobre especies de peces (p. ej. *Engraulis anchoíta*: Mianzan *et al.*, 2001) que se alimentan solo de zooplancton gelatinoso (p. ej. cnidarios, ctenóforos, tunicados). En este sentido, la densidad nula de hidromedusas durante nortes en el área de Las Coloradas podría deberse, al menos en parte, al efecto de la depredación. Sin embargo, no se pueden descartar otros factores o procesos.

#### **9.4 Papel de las variables ambientales en la distribución de las hidromedusas**

El análisis BIOENV refirió la salinidad como la variable explicativa de la presencia de hidromedusas. Esto refuerza la idea de que el incremento de salinidad es un factor importante que restringe su distribución, como se ha observado para poliquetos (Dávila-Jiménez *et al.*,

2019) y moluscos (Suárez-Mozo *et al.* en revisión) en el SLRL. La salinidad puede actuar de forma directa, restringiendo la supervivencia de las hidromedusas, o indirecta, limitando la distribución de organismos que pueden servirles como hábitat. Existen pocos estudios que hayan analizado los límites superiores de tolerancia a la salinidad de las hidromedusas analizando condiciones hipersalinas (Purcell, 2005). Nipper-Buscariolli y Moreira (1983) observaron la mortalidad del 100% de hidromedusas recolectadas de un medio con salinidad marina, al cultivarlas en salinidad de 55 ups. Este valor es similar al valor máximo de salinidad en que se registraron hidromedusas en el SLRL, que fue 51.7 ups, donde se reportaron organismos de la familia Clytiidae y de la especie *Eirene tenuis* (Anexo 1). Por otro lado, la elevada salinidad limita la presencia de vegetación subacuática de oeste a este (Ortegón-Aznar *et al.*, 2011), misma que las hidromedusas de ciclo meroplánctónico pueden utilizar para el establecimiento de sus pólipos, principalmente las especies de los superórdenes Anthoathecata, Leptothecata y del orden Limnomedusae. En este sentido, la ausencia de hidromedusas en el área de El Cuyo también podría relacionarse a la falta de sustratos disponibles, lo que impide a las hidromedusas alcancen mayores distancias de dispersión en sus fases bentónicas (Ramírez y Zamponi, 1981).

La distribución de la densidad de hidromedusas del SLRL, sin embargo, parece no estar controlada por los factores medidos en este trabajo. Los trabajos que se han realizado en la región del Golfo de México y el Caribe mexicano sugieren que más bien la hidrodinámica parece jugar un papel importante en este aspecto. Específicamente las corrientes locales y las surgencias pueden estar asociadas a los patrones de distribución de las medusas, como por ejemplo el giro ciclónico que ocurre en el Banco de Campeche, que puede estar transportando la fauna hacia las zonas costeras de la plataforma continental (Monreal-Gómez y Salas de León, 1990; Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994; Loman-Ramos *et al.*, 2007; Flores-Coto *et al.*, 2016).

Dentro del SLRL, Quesadas-Rojas *et al.* (2021) reportan que los flujos de intercambio de agua entre la laguna y el mar adyacente presentan variaciones temporales y espaciales. Los autores proponen que, durante el periodo de octubre a febrero, los altos niveles de agua en la cabeza de la laguna asociados al incremento de la precipitación precedente favorecen la exportación de agua desde la cabeza hacia la boca de la laguna. Esto podría explicar la ausencia de medusas en el área de Las Coloradas en nortes (febrero), pues la corriente de agua estaría empujando las medusas hacia el oeste, al área de Río Lagartos. En cambio, durante el periodo de febrero a mayo, el bajo nivel del agua en la cabeza del sistema, comparado con el nivel de agua de la boca, favorece el flujo de agua hacia el interior y la retención de organismos dentro del sistema (Quesadas-Rojas *et al.* (2021), lo que es

coherente con las altas densidades reportadas en Las Coloradas en mayo. Para el área de Río Lagartos, la preponderancia de las mareas en cuanto a la circulación puede favorecer la poca variación de la densidad entre temporadas, pues las mareas pueden estar trasportando los organismos que viven suspendidos en la columna de agua durante todo el año.

Otro factor importante para la distribución de la densidad de hidromedusas es la disponibilidad de alimento, tal y como sugieren Segura-Puertas y Damas Romero (1997) y Canché-Canché y Castellanos-Osorio (2005) para la comunidad de medusas de la Laguna Bojórquez y Bahía de la Ascensión o Paffenhöfer (1983) para el zooplancton en general. A la fecha, faltan estudios sobre las dinámicas espaciales y temporales de las presas (fito y zooplancton) de las hidromedusas en el SLRL. Dada la complejidad de los ciclos de vida de las hidromedusas y sus estrategias para adaptarse y responder exitosamente a las variaciones ambientales en los sistemas costeros, se vuelve relevante realizar más estudios a futuro que proporcionen mayor claridad sobre la distribución de estos organismos en las zonas costeras y sus relaciones tróficas con los demás organismos de la columna de agua.

## 10. CONCLUSIONES

- ◆ La cantidad de nuevos registros para el SLRL y para la región reportados en el presente estudio reflejan un escaso conocimiento previo de las hidromedusas.
- ◆ El SLRL presenta una alta diversidad de hidromedusas (21 taxa), que varía estacionalmente, siendo mayor en secas y menor en lluvias.
- ◆ La riqueza y densidad de medusas varían entre las distintas áreas que conforman el sistema lagunar: el área de Río Lagartos, al oeste, de menor salinidad y conectada con el mar, presenta una alta diversidad de especies eurihalinas y una baja densidad de organismos; el área de Las Coloradas, con salinidad mayor y sin conexión directa con el mar, presenta el patrón opuesto, es decir, mayor densidad de organismos y menor riqueza; y en el área de El Cuyo no se encuentran hidromedusas.
- ◆ La salinidad juega un papel importante en la determinación de la presencia de especies en el SLRL, y no se reportaron hidromedusas a salinidades mayores o iguales de 52 ups.
- ◆ La distribución de la densidad de especies no se explicó con los factores medidos en este estudio, y para entender este fenómeno parece necesario abordar aspectos de la hidrodinámica y la disponibilidad de alimento en estudios futuros.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- Ahuatzin-Hernández, J.M., Canul-Cabrera, J.A., Euán-Canul, C.M., León-Deniz, L.V.** (2020). Hydromedusae (Cnidaria:Hydrozoa) from the coastal lagoon of Bocas de Dzilam, Yucatán. *Hidrobiológica*, 30(3): 221-231.
- Alvariño, A.** (1969). Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognátos, Sifonóforos y Medusas. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie Ciencias del Mar y Limnología*, 1: 11-54.
- Alvariño, A.** (1975). Depredadores planctónicos y la pesca. Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Cumaná, Venezuela. 139-160 pp.
- Alvariño, A.** (1980). The relation between the distribution of zooplankton predators and anchovy larvae. *Reports California Cooperative Oceanic Fisheries*, 21: 150-160.
- Alvariño, A.** (1985). Predation in the Plankton Realm: mainly with reference to fish larvae. *Investigaciones Marinas, CICIMAR*. 2(1): 1-22.
- Anderson, M.J., Gorley, R.N., y Clarke, K.R.** (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Anderson, P.A., Bouchard, C.** (2009). The regulation of cnidocyte discharge. *Toxicon*, 54(8): 1046-53.
- Arai, M.N.** (1988). Interactions of fish and pelagic coelenterates. *Canadian Journal of Zoology*, 66(9): 1913-1927.
- Arceo-Carranza, D., Vega-Cendejas, M.E.** (2009). Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatán península. *Revista de Biología Tropical*, 57 (1-2): 89-103.
- Badré, S.** (2014). Bioactive toxins from stinging jellyfish. *Toxicon*, 91: 114-25.
- Baldrich, A.M y López, R.H.** (2010). Hidromedusas mesozooplanctónicas del océano Pacífico colombiano. *Biota Colombiana*, 11(1 y 2): 3-11.
- Baselga, A. y Orme, C.D.L.** (2012). betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3:808–812.
- Becker, R.A., Chambers, J.M. y Wilks, A.R.** (1988). El nuevo S Idioma. Wadsworth y Brooks/Cole. *Reduction in Speech Processing, Springer*, 37-40.
- Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., Cohen, I.** (2009). Pearson Correlation Coefficient. In: Noise Reduction in Speech Processing. *Springer Topics in Signal Processing*, (2):1-4.
- Boero, F., Bouillon, J., Gravili, C.** (1991). The life cycle of *Hydrichthys mirus* (Cnidaria: Hydrozoa: Anthomedusae: Pandeidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 101: 189-199.
- Boero, F., Bouillon, J., Gravili, C., Miglietta, M.P., Parsons, T., Piraino S.** (2008). Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series*, 356: 299-310.
- Bouillon, J. y Boero, F.** (2000). Synopsis of the families and genera of the Hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Thalassia Salentina*, 24: 47-296.
- Bouillon, J., Gravili, C., Pagés, F., Gili, J.M., Boero, F.** (2006). An introduction to Hydrozoa. *Memoires du Museum National D'Histoire Naturelle*. Paris.194: 1-591.
- Bouillon, J., Medel, M.D., Pagés, F., Gili, J.M., Boero, F., Gravili, C.** (2004). Fauna of the Mediterranean Hydrozoa. *Scientia Marina*, 68(2): 1-449.

- Bro, R. y Smilde, A.K.** (2014). Principal component analysis: a tutorial review. *Anal Methods*, 6: 2812–2831.
- Brower, J.E. y Zar, J.H.** (1984). Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp
- Brusca, R. y Brusca, G.J.** (2003). Invertebrates. Systematic Biology. 936 pp.
- Bryan, S.E., Cook, A.G., Evans, J.P., Hebden, K., Hurrey, L., Colls, P., Jell, J.S., Weatherley, D., Firn, J.** (2012). Rapid, long-distance dispersal by pumice rafting. *PLoS ONE*, 7(7): e40583.
- Calder, D.R., Choong, H.H.C., Carlton, J.T., Chapman, J.W., Miller, J.A., Geller, J.** (2014). Hydroids (Cnidaria:Hydrozoa) from Japanese tsunami marine debris washing ashore in the northwestern United States. *Aquatic Invasions*, 9(4): 425- 440.
- Canché-Canché, V.E., Castellanos-Osorio, I.** (2005). Medusas (Cnidaria) de la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México (1977). *Hidrobiológica*, 15(1): 65-72.
- Candela, J., Sheinbaum J., Ochoa, J., Badan, A.** (2002). The potencial vorticity flux through the Yucatan Chanel and the Loop Current in the Gulf of México. *Geophysical Research Letters*, 29(22): 2059.
- Carballo, J.L.** (2000). Distribución de *Ecteninascidia turbinata* (Ascidiacea:Perophoridae) en los manglares de la Península de Yucatán, México. *Revista Biología Tropical*, 48(2-3): 365-369.
- Cartwright, P., Evans, N.M., Dunn, C.W., Marques, A.C., Miglietta, M.P., Schuchert, P., Collins, A.G.** (2008). Phylogenetics of Hydroidolina (Hydrozoa:Cnidaria). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(8): 1663-1672.
- Carvalho, S., Pereira, P., Pereira, F., de Pablo, H., Vale, C., Gaspar, M.B.** (2011). Factors structuring temporal and spatial dynamics of macrobenthic communities in a eutrophic coastal lagoon (Óbidos lagoon, Portugal). *Marine Environmental Research*, 71(2): 97-110.
- Cedeño-Posso, C.** (2014). First record of genus *Cladonema* (medusae and polyps) in Colombia. *Zootaxa*, 3793: 597-599.
- Chao, A., Colwell, R.K., Lin, C.W. y Gotelli, N.J.** (2009). Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. *Ecology*, 90, 1125–1133.
- Chao, A., y Jost, L.** (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12): 2533-2547.
- Chi-Espínola, A.A., y Vega-Cendejas, M.E.** (2016). Food resources of Eucinostomus (Perciformes: Gerreidae) in a hyperhaline lagoon: Yucatan Peninsula, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(2): 395-406.
- Chollet, I., Müller-Karger, F.E., Heron, S.F., Skirving, W., Mumby, P.J.** (2012). Seasonal and spatial heterogeneity of recent sea Surface temperatura trends in the Caribbean Sea and southeast Gulf of Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 956-965.
- Clarke, K.R. y Ainsworth.** (1993). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 92: 205-219.
- Clarke, K.R. y Warwick, R.M.** (2001). Change in Marine Communities, An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 2nd edn. (PRIMER-E: Plymouth.).

- Colburn, E.A.** (1988). Factors influencing species diversity in saline Waters of Death Valley, USA. *Hydrobiología*, 158: 215-226.
- Collins, A., Bentlage, B., Lindner, A., Lindsay, D., Haddock, S., Jarms G., ... Cartwright, P.** (2008). Phylogenetics of Trachylina (Cnidaria:Hydrozoa) with new insights on the evolution of some problematical taxa. *Journal of The Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(8): 1673-1685.
- Collins, A.G.** (2002). Phylogeny of Medusozoa and the evolution of cnidarian life cycles. *Journal of Evolutionary Biology*, 15: 418-432.
- Correa, N., Almada, P.S.** (2013). Agua de lastre y especies exóticas. *AquaDocs*, 22: 59-64.
- Cortés-Lacomba, R., Álvarez-Silva, C. y Gutiérrez-Mendieta, F.** (2013). Listado actualizado de las medusas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Hidrobiológica*, 23(2): 209-217.
- D'ambra, I., Lauritano, C.** (2020). A Review of Toxins from Cnidaria. *Marine Drugs*, 18(10): 507.
- Dańko, A., Schaible, R., Danko, M.J.** (2019). Salinity Effects on Survival and Reproduction of Hydrozoan *Eleuthera dichotoma*. *Estuaries and Coasts*, 43(6): 360-374.
- Data México** (2022). Río Lagartos. <https://datamexico.org/en/profile/geo/rio-lagartos>
- Dávila-Jiménez, Y., Papiol, V., Hernández-Alcántara, P., Enriquez, C., Sauma-Castillo, L., Chiappa-Carrara, X.** (2019). Polychaete assemblages in a tropical hypersaline coastal lagoon of the southeastern Gulf of Mexico during the rainy season. *Revista de Biología Tropical*, 67(Suppl. 5): 136-156.
- Fernandez-Leborans, G., Gabilondo, R.** (2007). Invertebrate and protozoan epibionts on the velvet swimming crab *Liocarcinus puber* (Linnaeus, 1767) from Scotland. *Acta Zoologica*, 89(1): 1-17.
- Figuro-Espinoza, B. Salles, P., López-González, J., Ruíz-Angulo, A., Martín-Ruiz, G.U.** (2017). Caracterización del viento de Sisal. 15-29. En Garza Pérez, J.R. y Lema Ize I. Caracterización multidisciplinaria de la zona costera de Sisal, Yucatán. Hacia una gestión integral y fortalecimiento de la resiliencia. México. 200 pp.
- Flores-Coto, C., Puente-Tapia, A., Sanvicente-Añorve, L., Fernández-Alamo, M.** (2016). Segregated distribution of *L. tetraphylla*, *A. hemistoma* and *N. punctata* (Cnidaria) in the Southern Gulf of México. *Open Journal of Ecology*, 6: 568-578.
- Foster, N.R.** (1973). Occurrence of *Vallentinia gabriellae* (Hydrozoa: Olindiadidae) in Coastal Yucatán, with Notes on Its Biology and Laboratory Culture. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 125: 69-74
- García-Hernández, V., Ordóñez-López, U., Hernández-Vázquez, T., Álvarez-Cadena, J.** (2009). Fish larvae and juveniles checklist (Pisces) from the northern Yucatan Peninsula, Mexico, with 30 new records for the region. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 85-94.
- Gasca, R. y Loman-Ramos, L.** (2014). Biodiversity of Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa and Hydrozoa) in México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 154-163.
- Gasca, R., Segura-Puertas, L., Suárez-Morales, E.** (2003). A Survey of the medusan (Cnidaria) community of Banco Chinchorro, Western Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science*, 73(1): 37-46.

- Genzano, G., Mianzan, H., Acha, E.M. y Gaitán, E.** (2006). First record of the invasive medusa *Blackfordia virginica* (Hydrozoa: Leptomedusae) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79, 257-261.
- Govindarajan, A.F., Carman, M.R.** (2016). Possible cryptic invasión of the Western Pacific toxic population of the hydromedusa *Gonionemus vertens* (Cnidaria: Hydrozoa) in the Northwestern Atlantic Ocean. *Biological Invasions*, 18: 463-469.
- Graham, W.M, Pages, F., Hamner, W.M.** (2001). A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia*, 451: 199-212.
- Gregory, M.R.** (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestión, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364: 2013-2025.
- Gutiérrez-Aguirre, M.A., Delgado-Blas, V.H., Cervantes-Martínez, A.** (2015). Diversidad de las hidromedusas (Cnidaria) de la región nerítica del sureste de Tamaulipas, México. *Teoría y Praxis*, 18: 153-167.
- He, J., Zheng, L., Zhang, W., Lin Y., Cao, W.** (2014). Morphology and molecular analyses of new *Clytia* species (Cnidaria: Hydrozoa: Campanulariidae) from the East China Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95 (2): 289-300.
- Herrera-Silveira, J. Morales-Ojeda, S.** (2010). Lagunas costeras. En Durán, R. Méndez M. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-DMAN, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.
- Herrera-Silveira, J., Cortés Balam, O.** (2007). Entre la tierra y el mar, las lagunas costeras de Yucatán. CONABIO. *Biodiversitas*, 72: 6-10.
- Herrera-Silveira, J.A., Ramírez, J., Zaldivar, A.** (1998). Overview and characterization of the hydrology and primary producer communities of selected coastal lagoons of Yucatán, México. *Aquatic Ecosystems* (1): 353-372.
- Houliston, E., Leclère, L., Munro, C., Copley, R.R., Momose, T.** (2021). Past, present and future of *Clytia hemisphaerica* as a laboratory jellyfish. *Hal-03346217*.
- Hsieh, T.C., Ma, K.H., Chao, A.** (2016). iNEXT: and R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12): 1451-1456.
- Joydas, T.V., Qurban, M.A., Manikandan, K.P., Ashraf, T.M., Ali, S.M., Al-Abdulkader, K., Krishnakumara, P.K.** (2015). Status of macrobentic communities in the hypersaline waters of the Gulf of Salwa, Arabian Gulf. *Journal of Sea Research*, 99: 34-46.
- Kuk-Dzul, J.G., Gold-Bouchot, G., Ardisson, P.L.** (2012). Benthic infauna variability in relation to environmental factors and organic pollutants in tropical coastal lagoons from the northern Yucatan Peninsula. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 2725-2733.
- Lecanda, M.J., Siebenhaar, M.P., Tanzola, R.D.** (2016). Dermatitis de los bañistas asociada al contacto con la medusa *Liriope tetraphylla* en Monte Hermoso, Buenos Aire, Argentina. *Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca*, 26(2): 43-9.
- Lechable, M., Jan, A., Duchene, A., Uveira, J., Weissbourd, B., Gissat, L., Collet, S., Gilleta, L., Chevalier, S., Leclère, L., Peron, S., Barreau, C., Lasbleiz, R., Houliston, E.,**

- Momose, T.** (2020). An improved whole life cycle culture protocol for the hydrozoan genetic model *Clytia hemisphaerica*. *Biology Open*, 9(11): bio051268.
- Legendre, P., y Gallagher, E.** (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129: 271-280.
- Loman-Ramos, L., Ordoñez-López, U., Segura-Puertas, L.** (2007). Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del sur del Golfo de México, durante el otoño de 1999. *Hidrobiológica*, 17(3): 203-212.
- Madkour, F., Zaghloul, W., Mohammad, S.** (2019). First geographical Record of *Corymorpha bigelowi* (Cnidaria: Hydrozoa, Corymorphidae) in the Northern Red Sea Coast of Egypt, based of morphological description. *International Marine Science Journal*, 1: 10-16.
- Maronna, M.M., Miranda, T.P., Peña-Cantero, A.L., Barbeitos, M.S., Marques, A.C.** (2016). Towards a phylogenetic classification of Leptothecata (Cnidaria, Hydrozoa). *Scientific Reports*, 6: 18075.
- Martell-Hernández, L.F., Sánchez-Ramírez, M., Ocaña-Luna, A.** (2014). Distribution of planktonic cnidarian assemblages in the southern Gulf of Mexico, during autumn. *Revista Chilena de Historia Natural*, 87: 18.
- May-Kú, M. y Ordóñez-López, U.** (2006). Spatial patterns of density and size structure of penaid shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. notialis* in a hypersaline lagoon in the Yucatán Peninsula, México. *Bulletin of Marine Science*, 79(2): 259-271.
- May-Kú, M.A., Ordóñez-López, U., Defeo-Gorospe, O.** (2006). Morphometric differentiation in small juveniles of shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. notialis* in the Yucatán Peninsula, México. *Fishery Bulletin*, 104(2): 306-310.
- May-Kú, M.P., Ardisson-Herrera, Ordóñez-López, U.** (2010). Morphological variation of *Thalassia testudinum* in two shallow coastal environmental from Southeastern Gulf of Mexico. *Botánica Marina*, 53: 449-455.
- Mayer, A.G.** (1910). Medusae of the world II: The Hydromedusae. The Carnegie Institute Whashington, D.C., USA. 382 pp.
- Medina-Gómez, I., Herrera-Silveira, J.A.** (2003). Spatial characterization of water quality in a karstic coastal lagoon without anthropogenic disturbance: a multivariate approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58(3): 455-465.
- Mendoza-Becerril, M.A., Agüero, J.** (2019). Presente y futuro del estudio de las medusas y pólipos en aguas mexicanas. *Recursos Naturales y Sociedad*, 5(2): 10-18.
- Mendoza-Becerril, M.A., Ocaña-Luna, A., Sánchez-Ramírez, M., Segura-Puertas, L.** (2009). First record of *Phialella quadrata* and range extensión of eight species of hydromedusae (Hydrozoa) in the Western Atlantic Ocean. *Hidrobiológica*, 19(3): 257-267.
- Mendoza-Becerril, M.A., Serviere-Zaragoza, E., Mazariegos-Villareal, A., Rivera-Perez, C., Calder, D.R., Vázquez-Delfin, E.F., Freile-Pelegrín, Y., Agüero, J., Robledo, D.** (2020). Epibiont hydroids on beachcast *Sargassum* in the Mexican Caribbean, *PeerJ* 8,: e9795.
- Mendoza-Becerril, M.A., Estrada-González M.C., Mazariegos-Villarreal, A., Restrepo-Avedaño, L., Villar-Beltrán R.D., Agüero J.** (2020). Illustrated Morphological Glossary

of Hydromedusae. In dataMares: Ecosystem Dynamics. UC San Diego Library Digital Collections.

- Mianzan, H., Pájaro, M., Alvarez-Colombo, G., Madirolas, A.** (2001). Feeding on survival-food: gelatinous plankton as a source of food for anchovies. *Hydrobiología*, 451, 45-53.
- Mills, C.E.** (1984). Density is altered in Hydromedusae and Ctenophores in response to change in salinity. *Biological Bulletin*, 166: 206-215.
- Mills, C.E.** (2001). Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions?. *Hydrobiologia*, 451: 55-68.
- Monreal-Gómez, M.A., Salas de León, D.A.** (1990). Simulación de la circulación en la circulación en la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional*, 29: 101-111.
- Moreira, G.S.** (1978). A preliminary laboratory study on the salinity and temperatura tolerances of some medusae from the são paulo coast, brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 27(2): 45-55.
- Mosovich, J.H. y Young, P.** (2012). Picadura de medusa *Olindias sambaquiensis*: Análisis de 49 casos. *Medicina (Buenos Aires)*, 72(5): 380-388.
- Mueller-Domboiss, D. y Ellenberg, H.** (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 pp.
- Nagata, R.M., Nogueira, M., Haddad, M.A.** (2014). Faunistic survey of Hydromedusae (Cnidaria, Medusozoa) from the coast of Paraná State, Southern Brazil. *Zootaxa*, 3768 (3): 291-326.
- Neale, I.M. y Bayly, I.A.** (1974). Studies on the ecology of the zooplankton of four estuaries in Victoria. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 25(3): 337-350.
- Nipper-Buscariolli, M. y Moreira, G.S.** (1983). Combined effects of temperature and salinity on *Stylactic hooperi* Sigerfoos, 1899 (Hydrozoan, Hydractiniidae) 1. Colony growth, development of medusa buds and hydranth degeneration. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 18: 111-120.
- Okolodkov, Y.B., Bastida-Zavala, R., Ibáñez, A.L., Chapman, J.W., Suárez-Morales, E., Pedroche, F. y Gutiérrez-Mendieta, F.J.** (2007). Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencias y Mar*, 11(32): 29-67.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B.** (2017). *Vegan: Community Ecology Package*. R Package versión 2.3-0.
- Ordóñez-López, U., Islas-Peraza, C., Ornelas-Roa, M., Uicab-Sabido, A.** (In Press). Variación de la densidad de larvas de peces asociados al gradiente hipersalino de la laguna costera de Río Lagartos, Yucatán. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 2022 57(X) XX-XX.
- Ortegón-Aznar, I., González-González, J., Senties-Granados, A.** (2001). Estudio ficoflorístico de la laguna de Río Lagartos, Yucatán, México. *Hidrobiológica*, 11(2): 97-104.
- Paffenhöfer, G.A.** (1983). Vertical zooplankton distribution on the northern Florida shelf and its relationships to temperatura and food abundance. *Journal of Plankton Research*, 5: 15-33.
- Palma, S., Apablaza, P., Silva, N.** (2007). Hydromedusae (Cnidaria) of the Chilean southern channels (from de Corcovado Gulf to the Pulluche-Chacabuco Channels). *Scientia Marina*, 71(1): 65-74.

- Peralta-Meixueiro, M.A. y Vega-Cendejas, M.E.** (2011). Spatial and temporal structure off fish assemblages in a hypersaline coastal system: Ría Lagartos México. *Neotropical Ichthyology*, 9(3): 673-698.
- Ponce García, D.P. y López Vera, E.** (2013). Medusas: las bailarinas del mar. CONABIO. *Biodiversitas*, 109:1-6.
- Pruski, S. y Miglietta, M.P.** (2019). Fluctuation and diversity of Hydromedusae (Hydrozoa, Cnidaria) in a highly productive region of the Gulf of México inferred from high frequency plankton sampling. *PeerJ*, 7: e7848.
- Purcell, J.E.** (1985). Predation on fish eggs and larvae by pelagic cnidarians and ctenophores. *Bulletin of Marine Science*, 37(2): 739-755.
- Purcell, J.E.** (2005). Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(3): 461-476.
- Purcell, J.E., Uye, S., Lo, W.T.** (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series*, 350: 153-174.
- Purcell, J.E., y Arai, M.N.** (2001). Interaction of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. *Hydrobiologia*, 451: 27-44.
- Quesadas-Rojas, M., Enriquez, C., Valle-Levinson, A.** (2021). Natural and anthropogenic effects on microplastic distribution in a hypersaline lagoon. *Science of the Total Environment*, 776: 145803.
- Ramírez, F.C. y Zamponi, M.O.** (1981). Hydromedusae. En D. Boltovskoy (Ed.). Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Publicación Especial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar de Plata, Argentina. 443-936.
- Ramos-Zapata, J., Parra-Tabla, V., Leirana-Alcolcer, J., Gonzáles-Moreno, A.** (2017). Ecología funcional de la reserva de la Biosfera de Ría Lagartos. SIIES. UADY. CONANP. CONACYT. México. 300 pp.
- Ramos, G. y Segura-Puertas, L.** (2004). Seasonal Occurrence of Reef-Related Medusae (Cnidaria) in the Western Caribbean Sea. *Gulf and Caribbean Research*, 16(1): 1-9.
- Ruíz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D., y Hines, A.H.** (1997). Global invasions of Marine Estuarine Habitats by Non-indigenous species: mechanisms, extent and consequences. *American Zoologist* 37:621-632.
- Russell, F.S.** (1953). The Medusae of the British Isles I: Anthomedusae, Leptomedusae, Limnomedusae, Trachymedusae and Narcomedusae. Cambridge University Press, Great Britain. 530 pp.
- Salas, S., Mexicano-Cíntora, G., Cabrera M.A.** (2006). ¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas. CINVESTAV Mérida. 109 pp.
- Schuchert, P.** (2021). World Hydrozoa Database. Available from <https://www.marinespecies.org/hydrozoa>.

- Secretaría de la convención de Ramsar.** (2013). Manual de la convención de Ramsar: Guía sobre la convención sobre los humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6ª edición. Secretaría de la convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales.** (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Segura-Puertas, L.** (1984). Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria, Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico Tropical Oriental. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación especial*, 8: 1-320.
- Segura-Puertas, L.** (1992). Medusae (Cnidaria) from The Yucatan Shelf and Mexican Caribbean. *Bulletin of Marine Science*, 51(3): 353-359.
- Segura-Puertas, L. y Damas-Romero, M.** (1997). Variación estacional de la comunidad de medusas (Cnidaria) en la Laguna Bojórquez, Cancún, México. *Hidrobiológica*, 7: 59-64.
- Segura-Puertas, L. y Ordóñez-López, U.** (1994). Análisis de la comunidad de medusas (Cnidaria) de la plataforma de Yucatán y el Caribe Mexicano. *Caribbean Journal of Science*, 30(1-2):104-115.
- Segura-Puertas, L., Suárez-Morales, E., Celis, L.** (2003). A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of México. *Zootaxa*, 194:1-15.
- Suárez-Morales, E., Gasca, R., Segura-Puertas, L., Biggs, D.C.** (2002). Planktonic cnidarians in a cold-core ring in the Gulf of México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica*, 73(1): 19-36
- Suárez-Morales, E., Segura-Puertas, L., Gasca, R.** (1995). Medusas (Cnidaria: Hydrozoa) de la Bahía de Chetumal, México (1990-1991). *Caribbean Journal of Science*, 31: 243-251.
- Suárez-Morales, E., Segura-Puertas, L., Gasca, R.** (1999). Medusan (Cnidaria) Assemblages off the Caribbean Coast of México. *Journal of Coastal Research*, 15(1): 140-147.
- Suárez-Morales, E., Zamponi, M.O., Gasca, R.** (1997). Hydromedusae (Cnidaria:Hydrozoa) of Bahía de la ascensión, Caribbean coast of México: a seasonal survey. Proceedings of the 6th International Conference on Coelenterate Biology 1995, National Natuurhistorisch Museum, Leiden, The Netherlands, 16-21 July 1995. 465-472.
- Suárez-Mozo, N.Y., Papiol, V., Enriquez, C., Brenner, M., Simões N.** (In Press). Molluscs along the salinity gradient in a hypersaline coastal lagoon from southern Gulf of México.
- Tapanes, J.J., González-Coya, F.** (1980). Hidrometeorología del Golfo de México y Banco de Campeche. *Geofísica Internacional*, 19(4), 335-354.
- Valdes, D.S., y Real, E.** (2004). Nitrogen and phosphorus in water and sediments at Ria Lagartos coastal lagoon, Yucatán, Gulf of México. *Indian Journal of Marine Sciences*, 33(4): 338-345.
- Vannucci-Mendez, M., Rees, W.J.,** (1961). A revision of the genus *Bougainvillia* (Anthomedusae). *Boletim do Instituto Oceanográfico, Sao Paulo* 11 (2): 57-100.

- Vega-Cendejas, M.E.** (2007). Contribución a la riqueza ictiofaunística de la Reserva de Ría Lagartos, Yucatán. Informe final. IPN, SNIB-CONABIO. 66p.
- Vega-Cendejas, M.E. y Hernández de Santillana, M.** (2004). Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Río Lagartos, Yucatán, México. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 60(2): 285-299.
- Weston, A.J., Chung, R., Dunlap, W.C., Morandini, A.C., Marques, A.C., Moura da Silva, A.M., Ward, M., Padilla G., Ferreira da Silva, L., Andreakis, N., Long, P.F.** (2013). Proteomic characterization of toxins isolated from nematocysts of the South Atlantic jellyfish *Olindias sambaquiensis*. *Toxicon*, 71: 11–17
- Whittaker, R.H.** (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.
- Wintzer, A.P., Meek, M.H., Moyle, P.B.** (2011). Tropic ecology of two non-native hydrozoan medusae in the upper San Francisco Estuary. *Marine and Freshwater Research*, 62(8): 952-961.
- Wolff, W.J.** (2005). Non-indigenous marine and estuarine species in the Netherlands. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 79: 1-116.
- Yañez-Arancibia, A. y Day, J.W.** (2010). La zona costera frente al cambio climático - vulnerabilidad de un sistema biocomplejo e implicaciones en manejo costero. En A. Yañez-Arancibia (Ed.) Impactos del Cambio Climático sobre la zona costera. Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 35 pp.
- Zamponi, M.O., Suárez-Morales, E., Gasca, R.** (1990). Hidromedusas (Coelenterata: Hydrozoa) y Escifomedusas (Coelenterata: Scyphozoa) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. En D. Navarro y J.G. Robinson (Ed.), Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. CIQROO/PSTC. Universidad de Florida. 99-107.
- Zamponi, M.O., Suárez-Morales, E., Gasca, R.** (1999). Dos especies nueva de *Irenium* (Cnidaria, Hydrozoa, Leptomedusae) en una bahía del Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 47: 209-216.
- Zamponi, M.O., y Suárez-Morales, E.** (1991). Algunas medusas del mar Caribe con la descripción de *Tetraotoporpa siankaanensis* gen. et. sp. nov. (Narcomedusae: Aeginidae). *Spheniscus*, 9: 41-46.

## ANEXOS

### Material Examinado

**Phylum Cnidaria** Hatschek, 1888  
**Subphylum Medusozoa** K. Peterson 1979  
**Clase Hydrozoa** Owen, 1843  
**Subclase Hydroidolina** Collins, 2000  
**Hydroidolina spp.**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 6 organismos recolectados; Indeterminado; Estación 9 (21.5994166, -88.160616), 29/09/17 (YUC-CC-254-11-001550, YUC-CC-254-11-001552); Estación 20 (21.57602, -88.00357), 04/10/17 (YUC-CC-254-11-001563). **RL1802.** 5 organismos recolectados; Indeterminado; Estación 9 (21.60034, -88.15673), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001567, YUC-CC-254-11-001585). **RL1805.** 5 organismos recolectados; Indeterminado; Estación 3 (21.57464, -88.23141), 19/05/18; Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001607, YUC-CC-254-11-001617).

**Descripción.** Ejemplares que no se pueden determinar a un nivel taxonómico más bajo, incluso no se puede determinar el superorden, ya que las estructuras morfológicas se encuentran dañadas debido a los métodos de colecta y estructuras importantes, como lo son los estatocistos, no pueden apreciarse con claridad.

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 32.5 ° C; 34.4 – 44.1 ups.

**Referencias.** Bouillon *et al.* 2004.

**Superorden Anthoathecata** Cornelius, 1992  
**Anthoathecatha sp. 1**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1805.** 4 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001608).

**Descripción.** Medusa con umbrela en forma de domo; longitud umbrelar de 0.1 – 0.5 mm; cuatro canales radiales; manubrio cilíndrico extendido fuera de la cavidad subumbrelar; labios simples; cuatro bulbos tentaculares en posición perradial; cuatro tentáculos huecos con baterías de nematocistos; no hay estatocistos visibles (Ilustración 1).

**Parámetros ambientales.** 27.1 ° C; 35.4 ups.

**Referencias.** Bouillon *et al.* 2004.

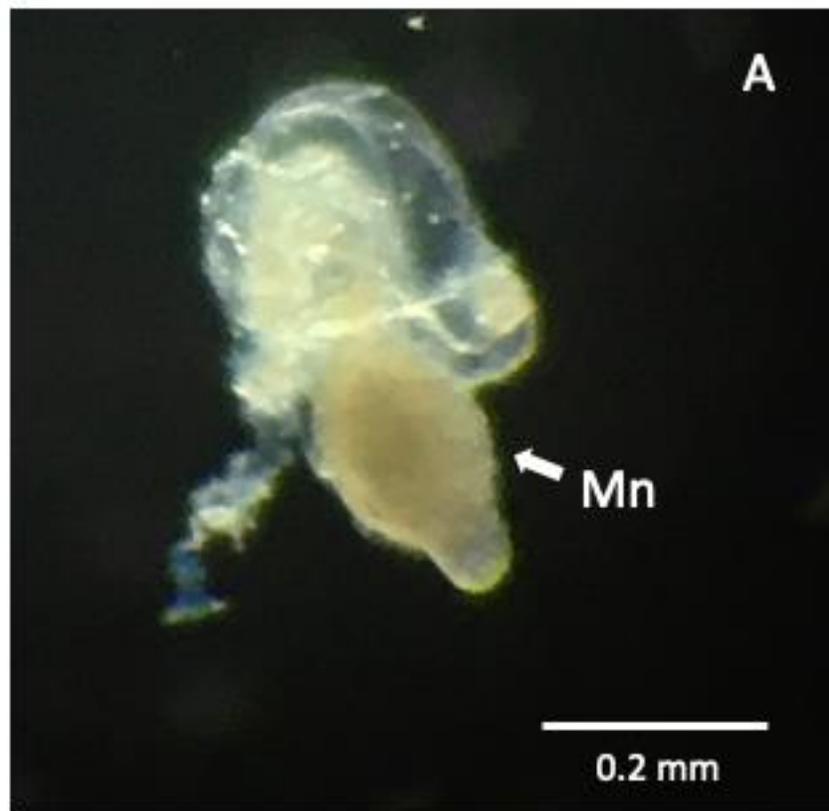


Ilustración 1. *Anthoathecatha* sp.1. A=vista lateral; Mn=manubrio.

**Suborden Capitata** Kühn, 1913 (*sensu stricto*)  
**Capitata sp.**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802**. 1 organismo recolectado; Inmaduro; Estación 9 (21.60026, -88.15693), 27/02/18 (YUC-CC-254-11-001598).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 0.1 – 0.5 mm; cuatro tentáculos perradiales moniliformes con prominencia de cnidocistos distal (Ilustración 2).

**Parámetros ambientales.** 25.7 ° C; 37.8 ups.

**Referencias.** Bouillon *et al.* 2004.

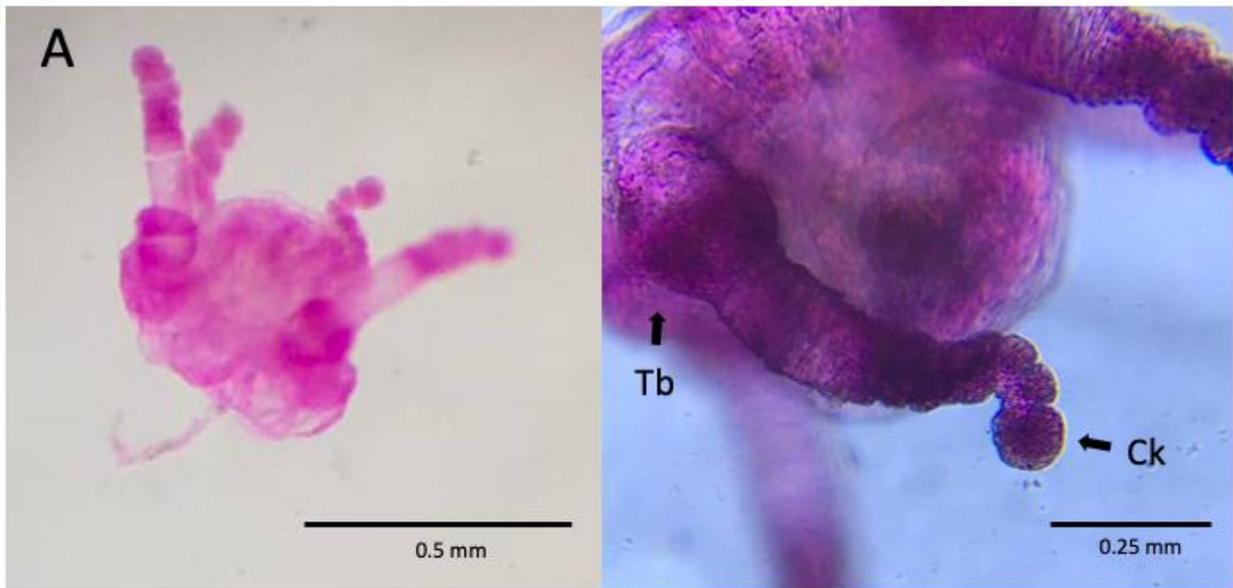


Ilustración 2. *Capitata* sp. A=vista lateral; Tb=bulbo tentacular; Ck=protuberancia de cnidocistos.

**Familia Corynidae** Johnston, 1836  
**Género Stauridiosarsia** Mayer, 1910  
*Stauridiosarsia ophiogaster* (Haeckel, 1879)

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 20 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.60125, -88.16248), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001574, YUC-CC-254-11-001586).

**Descripción.** Medusa con umbrela en forma de domo; diámetro umbrelar de 0.5 – 1.0 mm; cuatro tentáculos perradiales solitarios cateniformes; manubrio cilíndrico que se extiende casi el triple del diámetro umbrelar; cámara apical presente; gónadas en forma de anillos rodeando la parte medial del manubrio (Ilustración 3).

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 28.7 ° C; 36.9 – 37.2 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1910; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''-94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007). **Caribe mexicano.** Mar Caribe occidental (Ramos y Segura-Puertas, 2014).

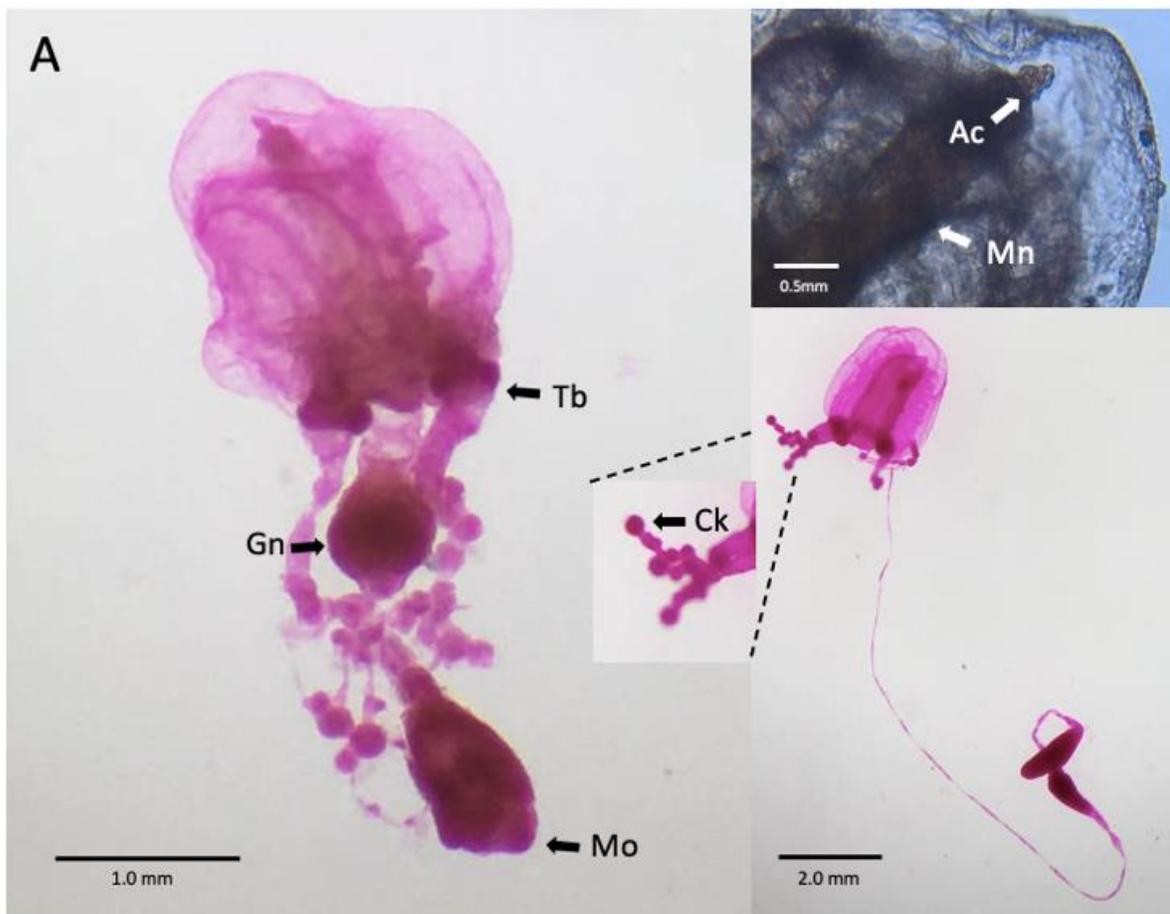


Ilustración 3. *Stauridiosarsia ophiogaster* (Haeckel, 1879). A=vista lateral; Tb=bulbo tentacular; Gn=gónadas; Mn=manubrio; Ac=canal ápical; Ck=protuberancia de cnidocitos

**Familia Cladonematidae** Gegenbaur, 1857  
**Género *Cladonema*** Dujardin, 1843  
***Cladonema cf. radiatum*** Dujardin, 1843

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1805.** 2 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.59975, -88.15708), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001616); Estación 23 (21.56729, -87.96198), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001638).

**Descripción.** Medusa con umbrela globular; diámetro umbrelar de 1.0 mm; velo desarrollado; manubrio cilíndrico con pequeñas manchas interradales de color negro; boca con seis tentáculos orales cortos no ramificados con prominencia de cnidocistos distal; nueve canales radiales simples; nueve tentáculos marginales huecos, algunos ramificados con prominencias de cnidocistos y almohadillas adhesivas; nueve ocelos abaxiales en color negro/rojizo oscuro (Ilustración 4).

**Parámetros ambientales.** 30.1 – 31.1 ° C; 35.2 – 45.5 ups. **Hábitat.** Nerítico, tropical.

**Referencias.** Bouillon *et al.* 2004; Bouillon *et al.* 2006.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); Laguna Bocas de Dzilam, Yucatán (Ahuatzin-Hernández *et al.*, 2020). **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997).

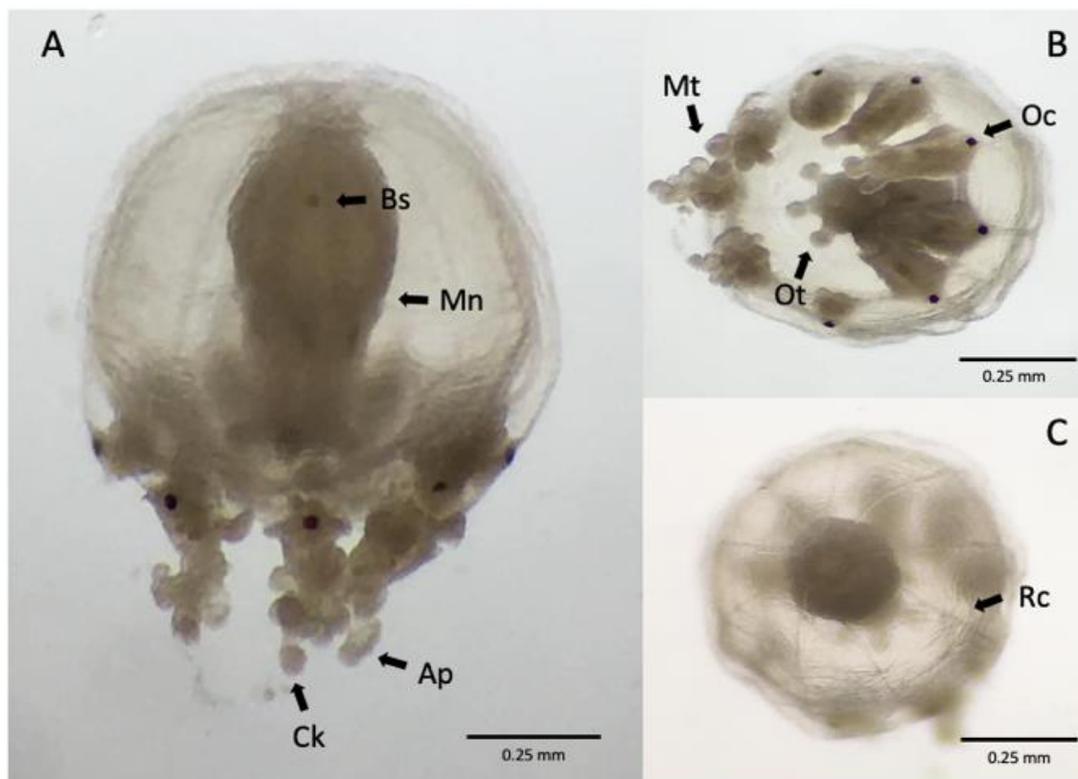


Ilustración 4. *Cladonema cf. radiatum* Dujardin, 1843. A=vista lateral; B=vista oral; C=vista aboral; Rc=canal radial; Mn=manubrio; Bs=mancha oscura; Ot=tentáculos orales; Mt=tentáculos marginales; Ap=almohadillas adhesivas; Ck=prominencia de cnidocistos; Oc=ocelos.

**Suborden Filifera** Kühn, 1913  
**Familia Bougainvilliidae** Lütken, 1850  
**Género *Bougainvillia*** Lesson, 1830  
***Bougainvillia muscus* (Allman, 1863)**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 23 organismos recolectados; Maduro/Inmaduros; Estación 3 (21.57375, -88.2308) 30/09/17 (YUC-CC-254-11-001547), Estación 9 (21.59988, -88.1567), 30/09/17 (YUC-CC-254-11-001553, YUC-CC-254-11-001556, YUC-CC-254-11-001560); Estación 20 (21.56887, -88.00283), 04/10/17 (YUC-CC-254-11-001561). **RL1802.** 16 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.60034, -88.15673), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001568, YUC-CC-254-11-001575, YUC-CC-254-11-001587, YUC-CC-254-11-001593).

**Descripción.** Medusa con umbrela en forma de domo; cuatro canales radiales; velo bien desarrollado; altura umbrelar 2.0 – 2.5 mm, diámetro umbrelar 1.5 – 2.0 mm; manubrio cilíndrico sin pedúnculo gástrico; tentáculos orales ramificados dicotómicamente en posición aboral; gónadas interradales sobre el manubrio; cuatro bulbos marginales redondeados; 3 – 4 tentáculos filiformes por bulbo; ocelos presentes en la superficie adaxial de la base de los tentáculos, en igual número que los tentáculos (Ilustración 5).

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 31.3 ° C; 36.6 – 44.1 ups. **Hábitat.** Nerítico, tropical.

**Referencias.** Vannucci y Rees, 1960; Schuchert, 2007.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); (Laguna Madre, Tamaulipas (Mendoza-Becerril, 2006); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''- 94°49'59''W (Loman-Ramos *et al.*, 2007), Laguna de Términos, Campeche (Cortés-Lacomba *et al.*, 2013); 18°N, 95°W & 21°N, 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014); Laguna Bocas de Dzilam, Yucatán (Ahuatzin-Hernández *et al.*, 2020). **Caribe mexicano.** 18° - 21°30' N & 86°30' & 87°50' W (Suárez-Morales, Segura-Puertas y Gasca, 1999).

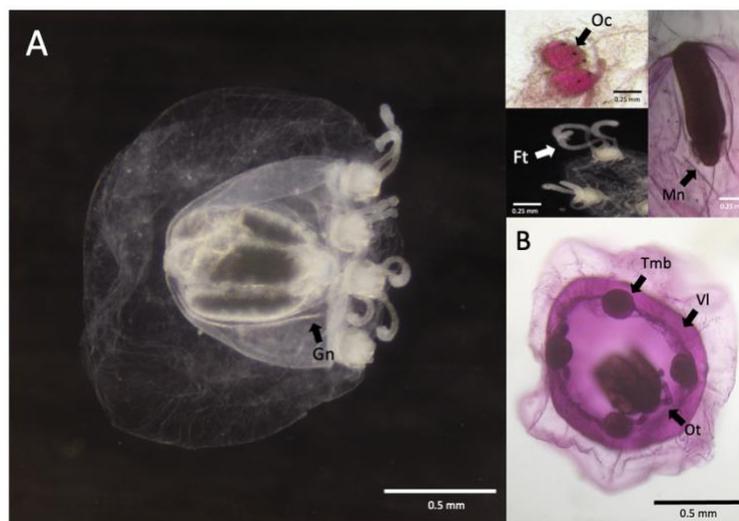


Ilustración 5. *Bougainvillia muscus* (Allman, 1863). A=vista lateral; B= vista oral; VI=velo; Mn=manubrio; Ot=tentáculos orales; Gn=gónadas; Tmb=bulbo tentacular marginal; Ft=tentáculo filiforme; Oc=ocelos.

**Familia Rathkeidae** Russell, 1953  
**Género** *Lizzia* Forbes, 1846  
*Lizzia blondina* Forbes, 1848

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 9 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.60034, -88.15673), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001569, YUC-CC-254-11-001576, YUC-CC-254-11-001588, YUC-CC-254-11-001594). **RL1805.** 1 organismo recolectado; Inmaduro; Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001609).

**Descripción.** Medusa con umbrela piriforme; altura umbrelar de 0.2 – 0.6 mm; proyección apical grande con forma redondeada; velo muy desarrollado; manubrio corto con base cuadrangular y pedúnculo pequeño; boca con cuatro tentáculos orales simples insertados por arriba de la abertura bucal, con protuberancia distal de nematocistos cada uno; gónadas esféricas sobre el manubrio en posición interradianal; brote medusoide sobre el manubrio; ocho bulbos marginales (Ilustración 6).

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 28.7 ° C; 35.4 – 37.2 ups. **Hábitat.** Nerítico, tropical.

**Referencias.** Forbes, 1848; Mayer, 1910; Kramp, 1959; Russell, 1953.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992) (*Podocoryne minima*); 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992) (*Podocoryne minima*); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994) (*Podocoryne minima*); 18°N, 95°W & 21°N, 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014) (*Podocorynoides minima*). **Caribe mexicano.** Banco Chinchorro (Gasca *et al.*, 2003) (*Podocoryne minima*).

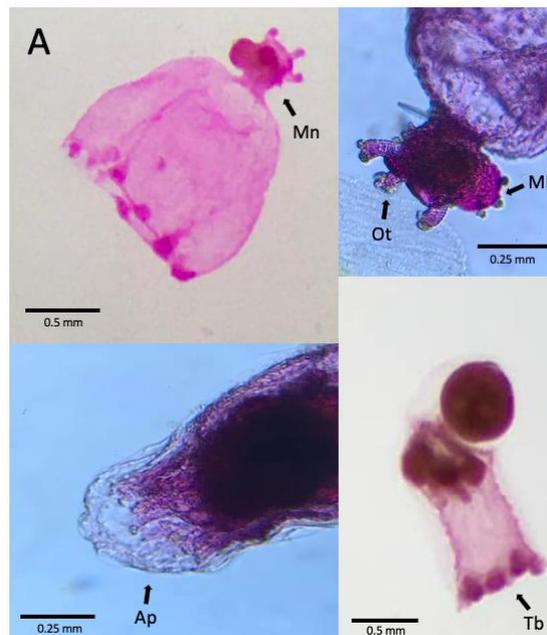


Ilustración 6. *Lizzia blondina* Forbes, 1848. A=vista lateral; Ap=proyección apical; Tb=bulbo tentacular; Mn=manubrio; Ot=tentáculos orales; Mb=brote medusoide.

**Suborden Aplanulata** Collins, Winkelman, Hadrys & Schierwater, 2005  
**Familia Corymorphidae** Allman, 1872  
**Género *Corymorpha*** M. Sars, 1835  
***Corymorpha bigelowi* (Maas, 1905)**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 1 organismo recolectado; Inmaduro; Estación 9 (21.59976, -88.15716), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001595). **RL1805.** 2 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001610).

**Descripción.** Medusa con umbrela piriforme; longitud umbrelar de 2.0 – 2.5 mm; protuberancia apical redondeada; cuatro tentáculos marginales: un tentáculo principal desarrollado de tipo moniliforme con la longitud aproximada de la umbrela, de 8 – 10 bulbos de nematocistos unilaterales con orientación adaxial y prominencia distal de nematocistos, tres tentáculos rudimentarios, el opuesto al principal más corto que los laterales; manubrio cilíndrico con la longitud aproximada de la cavidad umbrelar; boca simple (Ilustración 7).

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 27.1 ° C; 35.4 – 36.9 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias:** Bouillon *et al.* 2006; Madkour *et al.* 2019.

**Registros previos en el Golfo de México.** No hay registros previos. **Caribe mexicano.** No hay registros previos.



Ilustración 7. *Corymorpha bigelowi* (Maas, 1905). A=vista lateral; Ap=proyección apical; Rt= tentáculo rudimentario; Pt=tentáculo principal; Cb= bulbos de cnidocistos; Ck=protuberancia de cnidocistos; Mn=manubrio.

**Superorden Leptothecata** Cornelius, 1992

**Orden Statocysta** Leclère, Schuchert, Cruaud, Couloux, Manuel, 2009

**Suborden Proboscoida** Broch, 1910

**Infraorden Obeliida** Maronna, Miranda, Peña Cantero, Barbeitos & Marques, 2016

**Familia Clytiidae** Cockerell, 1911

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 5 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 20 (21.56887, -88.00283), 04/10/17 (YUC-CC-254-11-001562, YUC-CC-254-11-001564). **RL1802.** 6 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 9 (21.60034, -88.15673), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001570, YUC-CC-254-11-001577). **RL1805.** 136 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 3 (21.56987, -88.23132), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001602); Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001611); Estación 20 (21.57657, -87.99688), 21/05/18 (YUC-CC-254-11-001629); Estación 23 (21.56625, -87.95699), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001632, YUC-CC-254-11-001639); Estación 25 (21.5635, -87.91956), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001648).

**Descripción.** Medusas con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar 0.5 – 0.7 mm; cuatro canales radiales; velo desarrollado; cuatro bulbos tentaculares en posición perradial; cuatro bulbos rudimentarios interradales; ausencia de cirros; ocho estatocistos ectodermales cerrados intercalados entre cada bulbo; manubrio corto sin pedúnculo, boca con cuatro labios simples (Ilustración 8).

**Parámetros ambientales.** 27.1 – 31.3 °C; 34.4 – 51.7 ups.

**Referencias.** Mayer, 1910; Kramp, 1959.

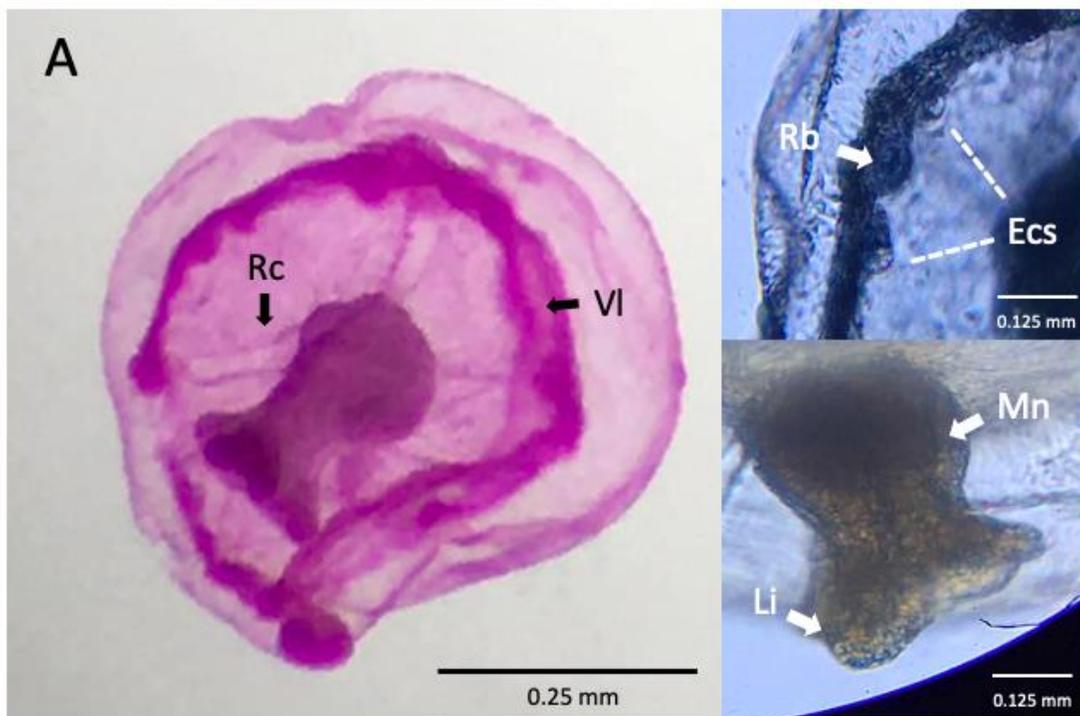


Ilustración 8. Familia Clytiidae Cockerell, 1911. A=vista oral; Rc=canal radial; Vl=velo; Rb=bulbo rudimentario; Mn=manubrio; Li=labios; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Género** *Clytia* Lamouroux, 1812  
***Clytia* spp. Lamouroux, 1812**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 5 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 3 (21.57375, -88.2308), 03/10/17 (YUC-CC-254-11-001548); Estación 9 (21.59987, -88.1568), 30/09/17 (YUC-CC-254-11-001557, YUC-CC-254-11-001557). **RL1802.** 12 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 9 (21.60034, -88.15673), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001571, YUC-CC-254-11-001578, YUC-CC-254-11-001589, YUC-CC-254-11-001596, YUC-CC-254-11-001598). **RL1805.** 25 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 9 (21.59975, -88.15708), 18/5/2018 (YUC-CC-254-11-001608, YUC-CC-254-11-001617); Estación 12 (21.60763, -88.13541), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001622); Estación 20 (21.575527, -88.00233), 21/05/18 (YUC-CC-254-11-001626); Estación 23 (21.56625, -87.95699), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001633, YUC-CC-254-11-001640); Estación 25 (21.56396, -87.91482), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001645, YUC-CC-254-11-001649).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 0.7 – 0.9 mm; velo desarrollado; cuatro canales radiales sin poros excretores; manubrio corto, boca con cuatro labios bien definidos; 7 – 8 bulbos tentaculares por cuadrante, 28 – 30 en total; tentáculos huecos cortos; un estatocisto ectodermal cerrado entre cada bulbo (Aprox. 28 en total). gónadas ausentes (Ilustración 9)

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 31.1 ° C; 35.2 – 51.7 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Bouillon *et al.* 2006.

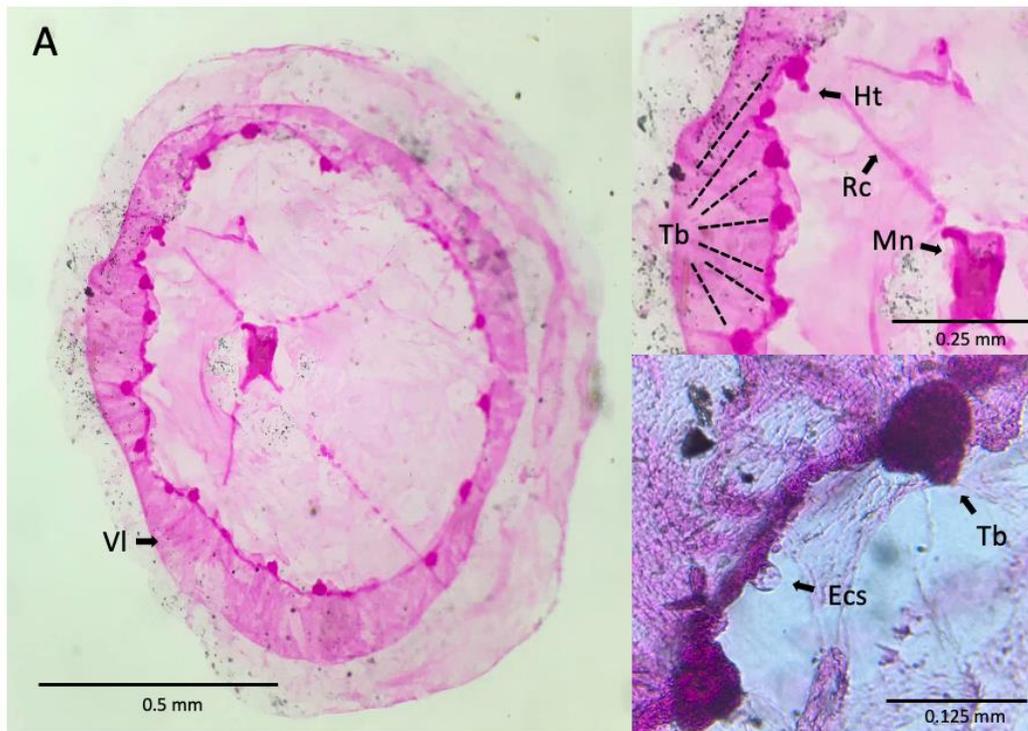


Ilustración 9. *Clytia* spp. Lamouroux 1812. A=vista oral; VI=velo; Rc=canal radial; Mn=manubrio; Tb=bulbo tentacular; Ht=tentáculo hueco; Ecs=estatocisto ectodermal.

***Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767)**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1805.** 40 organismos recolectados; Maduro; Estación 20 (21.57657, -87.99688), 21/05/18 (YUC-CC-254-11-001630); Estación 23 (21.56625, -87.95699), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001634, YUC-CC-254-11-001641); Estación 25 (21.56396, -87.91482), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001646, YUC-CC-254-11-001650).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica plana; diámetro umbrelar de 1.5 – 2.0 mm; cuatro canales radiales; manubrio corto, boca con labios simples; gónadas esféricas sobre los canales radiales en posición distal al manubrio; 8 – 16 bulbos tentaculares globulares; 8 – 16 estatocistos ectodermales cerrados (2 – 3 por cuadrante) con un litocisto cada uno (Figura 14) (Ilustración 10).

**Parámetros ambientales.** 28.2 – 30.8 ° C; 44.4 – 51.7 ups. **Hábitat.** Nerítica, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1910; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''- 94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007); 18°N, 95°W & 21°N, 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014). **Caribe mexicano.** Mar Caribe occidental (Ramos y Segura-Puertas, 2014).

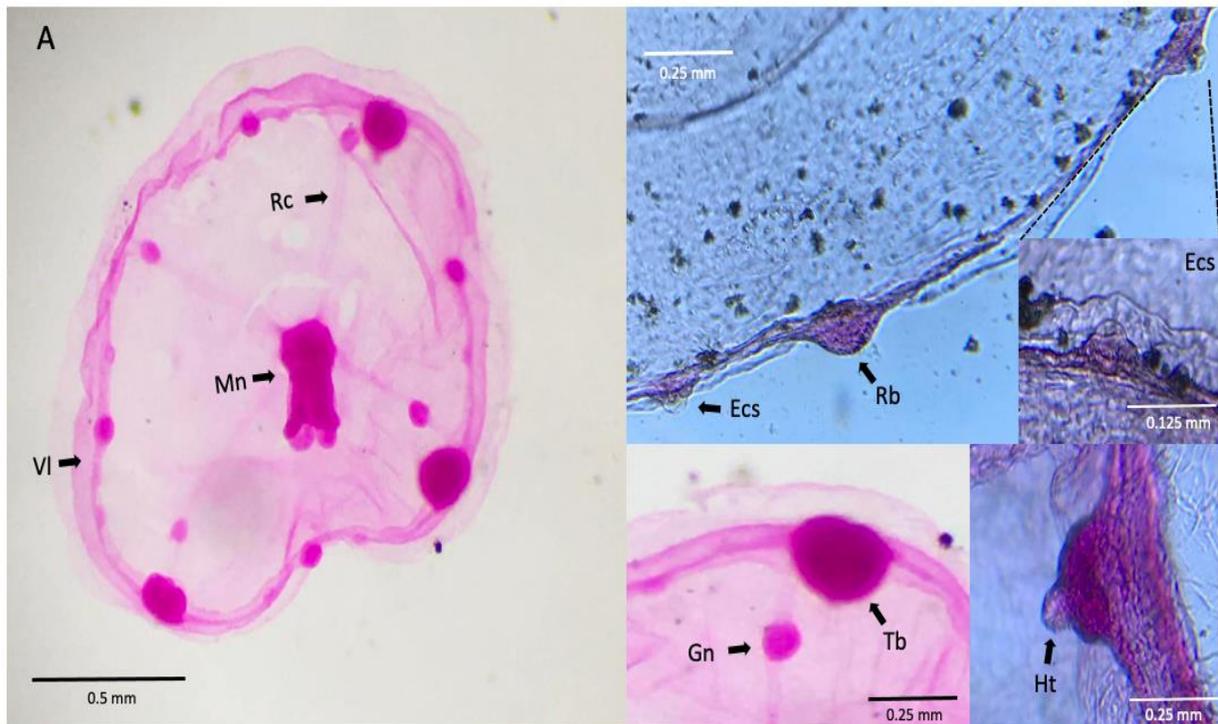


Ilustración 10. *Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767). A=vista oral; Rc=canal radial; Vl=velo; Mn=manubrio; Tb=bulbo tentacular; Rb=bulbo rudimentario; Ht=tentáculo hueco; Gn=gónadas; Ecs=estatocisto ectodermal.

*Clytia gelatinosa* (Mayer, 1900)

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1805.** 11 organismos recolectados; Maduro; Estación 20 (21.575527, -88.00233), 21/05/18 (YUC-CC-254-11-001627, YUC-CC-254-11-001631); Estación 23 (21.56625, -87.95699), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001635, YUC-CC-254-11-001642); Estación 25 (21.5635, -87.91956), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001651).

**Descripción.** Medusa con umbrela globular de consistencia gruesa; diámetro umbrelar de 2.0 – 2.5 mm; altura umbrelar de 2.0 mm; cuatro canales radiales simples; velo muy desarrollado; manubrio largo, boca con cuatro labios; gónadas esféricas sobre los canales radiales en posición distal al manubrio; 16 bulbos tentaculares con pequeños pigmentos oscuros en posición adaxial; 12 – 16 estatocistos ectodermales cerrados (2 por cuadrante) con 2 – 3 litocistos cada uno (Ilustración 11).

**Parámetros ambientales.** 28.2 – 30.8 ° C; 44.4 – 51.7 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1910; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** No hay registros previos. **Caribe mexicano.** Bahía de Chetumal, Quintana Roo (Suárez-Morales *et al.*, 1995).

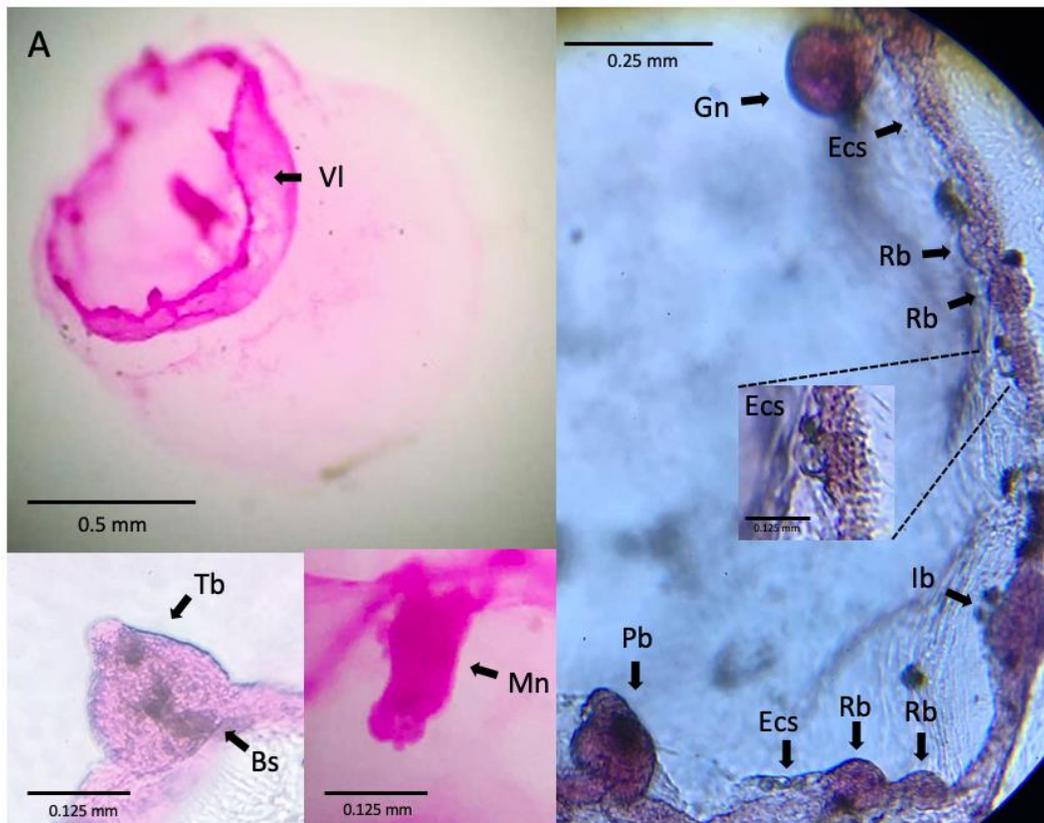


Ilustración 11. *Clytia gelatinosa* (Mayer, 1900). A=vista lateral; VI=velo; Mn=manubrio; Tb=bulbo tentacular; Bs=mancha oscura; Pb=bulbo perradial; Ib=bulbo interradial; Rb=bulbo rudimentario; Gn=gónadas; Ecs=estatocisto ectodermal.

***Clytia discoida* (Mayer, 1900)**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 1 organismo recolectado; maduro; Estación 9 (21.60125, -88.16248), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001579). **RL1805.** 6 organismos recolectados; maduro; Estación 23 (21.56625, -87.95699), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001636, YUC-CC-254-11-001643); Estación 25 (21.5635, -87.91956), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001652).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica plana con una ligera inclinación apical; diámetro umbrelar de 0.5 – 1.0 mm; cuatro canales radiales simples; manubrio corto en forma de urna con cuatro labios bien desarrollados recurvados aboralmente; gónadas esféricas sobre los canales radiales en posición medial; 12 – 16 bulbos tentaculares; 8 – 12 estatocistos ectodermales cerrados (2 – 3 por cuadrante) con un litocisto cada uno (Ilustración 12).

**Parámetros ambientales.** 28.7 – 30.8 ° C; 37.2 – 51.7 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1910; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43'' - 94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007); Costa sur de Jalisco y Colima (Jáquez-Bermudes *et al.*, 2013); 18°N, 95°W & 21°N, 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014); Línea de costa, Tamaulipas (Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2015). **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997); Banco Chinchorro (Gasca *et al.*, 2003); Bahía de la Ascensión, Quintana Roo (Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005); Mar Caribe occidental (Ramos y Segura-Puertas, 2014).

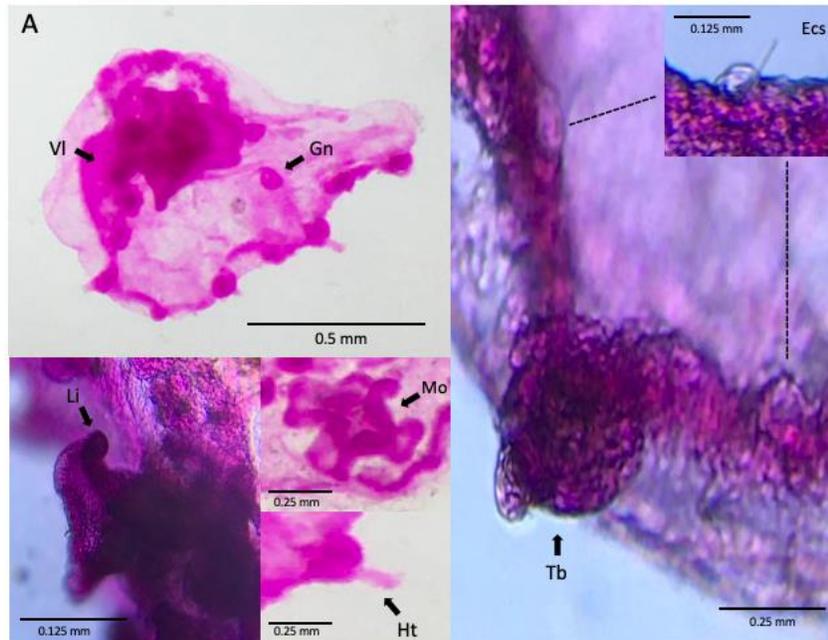


Ilustración 12. *Clytia discoida* (Mayer, 1900). A=vista oral; VI=velo; Mo=boca; Li=labios; Tb=bulbo tentacular; Ht=tentáculo hueco; Gn=gónadas; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Familia Obeliidae** Haeckel, 1879  
**Género *Obelia*** Péron & Lesueur, 1810  
***Obelia* spp.** Péron & Lesueur, 1810

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 43 organismos recolectados; Maduro-Inmaduro; Estación 9 (21.59988, -88.1567), 30/09/2017 (YUC-CC-254-11-001554, YUC-CC-254-11-001558). **RL1802.** 41 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.60034, -88.15673), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001572, YUC-CC-254-11-001580, YUC-CC-254-11-001597, YUC-CC-254-11-001590). **RL1805.** 28 organismos recolectados; Maduro-Inmaduros; Estación 3 (21.56987, -88.23132), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001603); Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001612, YUC-CC-254-11-001618).

**Descripción.** Medusa con umbrela delgada en forma de plato; diámetro umbrelar de 2.5 – 4.0 mm; velo reducido y pedúnculo gástrico; manubrio rectangular con cuatro labios simples; 44 – 46 tentáculos sólidos marginales con raíz tentacular hacia el interior de la mesoglea; cuatro canales radiales; gónadas esféricas/ovoides en posición proximal al canal circular; ocho estatocistos ectodermales cerrados en posición adradial (Ilustración 13).

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 31.1 ° C; 34.4 – 37.6 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical

**Referencias.** Mayer, 1910; Bouillon *et al.* 2006.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''- 94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007); Sistema Arrecifal Veracruzano (Mendoza-Becerril, 2009); Costa sur de Jalisco y Colima (Jáquez-Bermúdez *et al.*, 2013); 18°N, 95°W and 21°N 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014); Línea de costa, Tamaulipas (Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2015); 18°- 23°N & 96°- 87°W (Flores-Coto *et al.*, 2016); Laguna Bocas de Dzilam, Yucatán (Ahuatzin-hernández *et al.*, 2020); **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997); 18° - 21°30' N & 86°30' & 87°50' W (Suárez-Morales, Segura-Puertas y Gasca, 1999); Mar Caribe occidental (Ramos y Segura-Puertas, 2014).

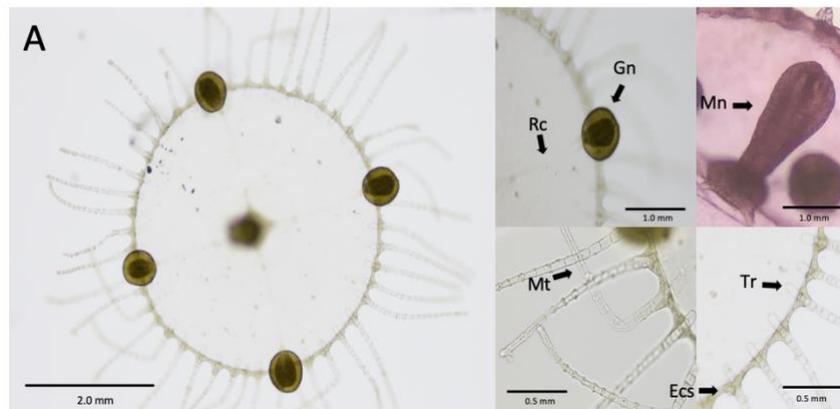


Ilustración 13. *Obelia* spp. Péron & Lesueur, 1810. A=vista oral; Mn=manubrio; Mt=tentáculo marginal; Tr=raíz tentacular; Rc=canal radial; Gn=gónadas; Ecs=estatocisto ectodermal

**Suborden Eirenida** *taxon novum*  
**Familia Eirenidae** Haeckel, 1879  
**Género Eirene** Eschscholtz, 1829  
***Eirene tenuis* (Browne, 1905)**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 1 organismo recolectado; Inmaduro; Estación 20 (21.57602, -88.00357), 04/10/17 (YUC-CC-254-11-001565). **RL1802.** 6 organismos recolectados; Maduro; Estación 9 (21.60125, -88.16248), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001573, YUC-CC-254-11-001581, YUC-CC-254-11-001581). **RL1805.** 22 organismos recolectados; Maduro; Estación 20 (21.575527, -88.00233), 21/05/18 (YUC-CC-254-11-001628); Estación 23 (21.56625, -87.95699), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001637, YUC-CC-254-11-001644); Estación 25 (21.56396, -87.91482), 20/05/18 (YUC-CC-254-11-001647).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 2.0 - 3.0 mm; velo desarrollado; cuatro canales radiales; pedúnculo gástrico, manubrio cruciforme y boca con cuatro labios crenulados; cuatro bulbos perradiales; 6 - 8 bulbos rudimentarios; bulbos sin cirros; aprox. 8 - 12 estatocistos ectodermal cerrados (2-3 por cuadrante); gónadas esféricas en posición distal al manubrio (Ilustración 14).

**Parámetros ambientales.** 26.4 – 31.3 ° C; 36.9 – 51.7 ups. **Hábitat.** Nerítico, tropical.

**Referencias:** Mayer, 1900; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** Laguna Madre, Tamaulipas (Mendoza-Becerril *et al.*, 2009). **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997).

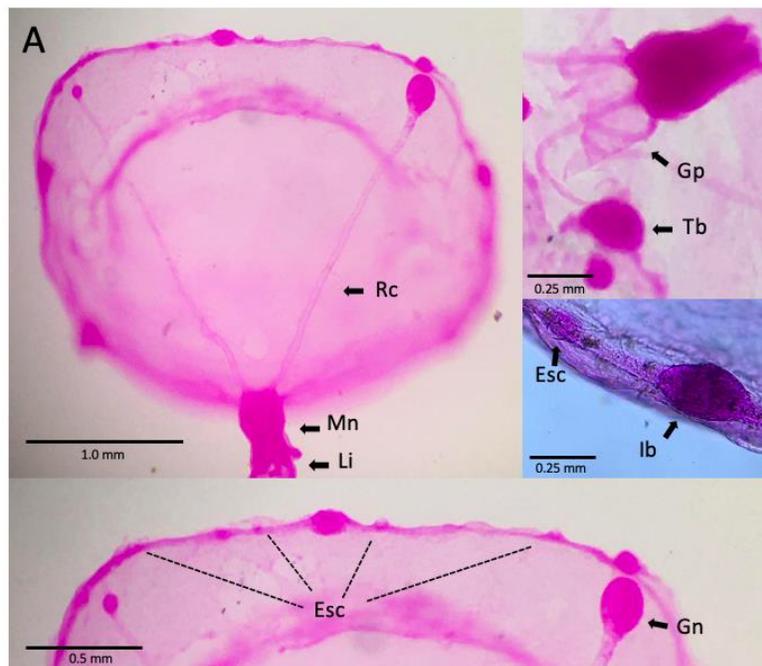


Ilustración 14. *Eirene tenuis* (Browne, 1905). A=vista oral; Rc=canal radial; Gp=pedúnculo gástrico; Mn=manubrio; Li=labios; Tb=bulbo tentacular; Ib=bulbo interr radial; Gn=gónadas; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Género** *Eutima* McCrady, 1859  
*Eutima mira* McCrady, 1859

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1805.** 4 organismos recolectados; Juvenil; Estación 3 (21.57464, -88.23141), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001600, YUC-CC-254-11-001604); Juvenil; Estación 12 (21.60588, -88.13876); 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001623).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 1.0 – 1.5 mm; embudo apical presente; cuatro canales radiales; manubrio cilíndrico, boca simple y pedúnculo gástrico preciso; cuatro bulbos tentaculares en posición perradial; tentáculos marginales huecos en terminación apical; 12 bulbos rudimentarios (tres por cuadrante), algunos con un cirro lateral; ocho estatocistos ectodermales cerrados (Ilustración 15).

**Parámetros ambientales.** 29.3 – 30.6 ° C; 34.4 -35.2 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1910; Ramírez y Zamponi, 1981; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); Laguna de Términos, Campeche (Cortés-Lacomba *et al.*, 2013); **Caribe mexicano.** Bahía de la Ascensión, Quintana Roo (Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005).

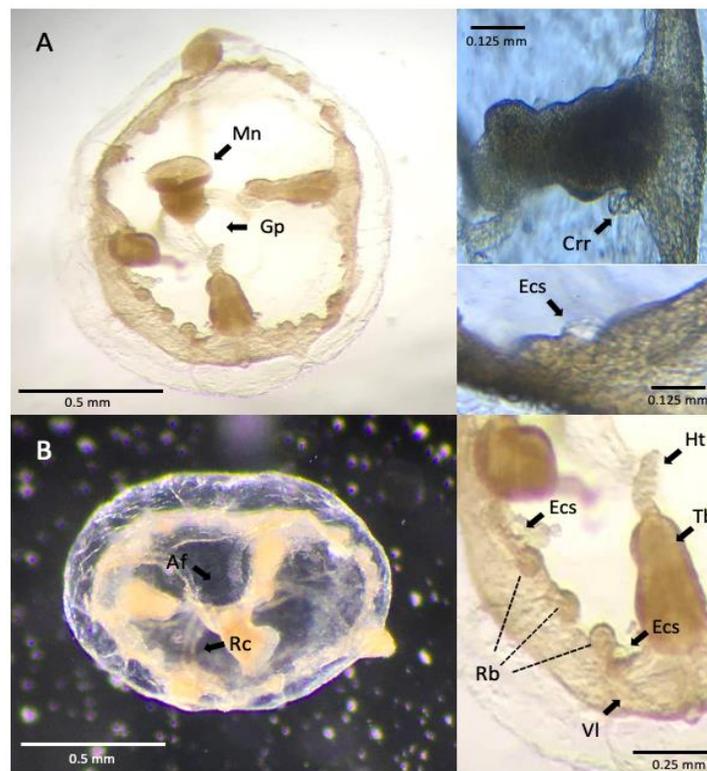


Ilustración 15. *Eutima mira* McCrady, 1859. A=vista oral; B=vista aboral; Gp=pedúnculo gástrico; Mn=manubrio; Af=embudo apical; Rc=canal radial; Crr=cirro; Ht=tentáculo hueco; Tb= bulbo tentacular; Rb=bulbo rudimentario; VI=velo; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Género** *Eutonina* Hartlaub, 1897  
*Eutonina scintillans* (Bigelow, 1909)

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 1 organismo recolectado; Juvenil; Estación 9 (21.59976, -88.15716), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001592).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 2.0 – 2.5 mm y altura umbrelar de 1.0 mm; cuatro canales radiales que se extienden del manubrio hacia el canal circular de la umbrela; embudo apical y pedúnculo presentes; manubrio que se extiende hasta el borde umbrelar, boca con cuatro labios crenulados cruciformes; cuatro bulbos tentaculares perradiales, cuatro bulbos rudimentarios interradales y ocho bulbos rudimentarios; cirros ausentes; ocho estatocistos ectodermales cerrados en posición adradial (Ilustración 16).

**Parámetros ambientales.** 26.4 ° C; 36.9 ups. **Hábitat.** Nerítico, tropical.

**Referencias.** Bigelow, 1909; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''-94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007). **Caribe mexicano.** No hay registros previos.

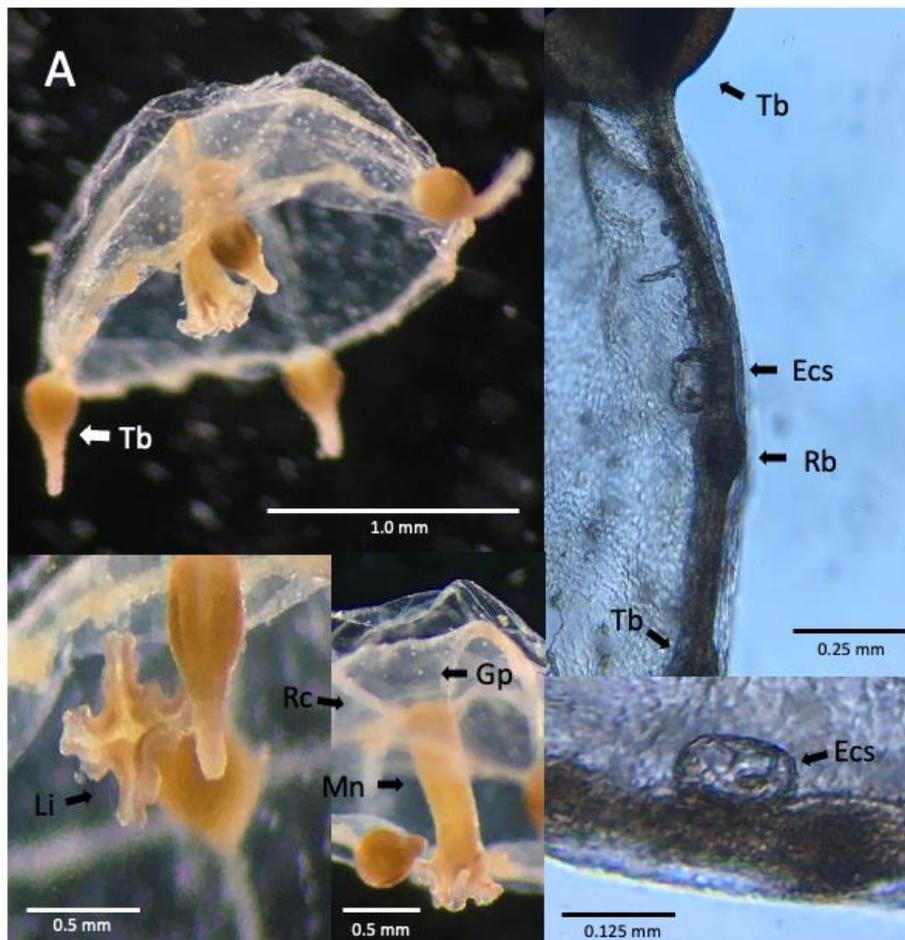


Ilustración 16. *Eutonina scintillans* (Bigelow, 1909). A=vista lateral; Rc=canal radial; Tb=bulbo tentacular; Rb=bulbo rudimentario; Gp=pedúnculo gástrico; Mn=manubrio; Li=labios; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Familia Lovenellidae** Russell, 1953  
**Género *Eucheilota*** McCrady, 1859  
***Eucheilota duodecimalis*** A. Agassiz, 1862

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709.** 3 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 9 (21.59988, -88.1567), 30/09/17 (YUC-CC-254-11-001555). **RL1802.** 1 organismo recolectado; Inmaduro; Estación 9 (21.60125, -88.16248), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001582). **RL1805.** 5 organismos recolectados; Maduro; Estación 3 (21.56987, -88.23132), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001605); Estación 9 (21.60045, -88.15639), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001613, YUC-CC-254-11-001619); Estación 12 (21.60588, -88.13876), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001624).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 0.5 – 1.0 mm; manubrio corto; cuatro canales radiales; cuatro bulbos tentaculares en posición perradial, algunos con un par de cirros laterales; gónadas en posición distal al manubrio detrás de cada bulbo tentacular; ocho estatocistos ectodermales cerrados (tres por cuadrante) (Ilustración 17).

**Parámetros ambientales.** 27.1 – 31.1 ° C; 34.4 – 37.6 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1910; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992); 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''- 94°49'59''W (Loman-Ramos *et al.*, 2007); Sistema Arrecifal Veracruzano (Mendoza-Becerril, 2009); 18°N, 95°W and 21°N 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014). **Caribe mexicano.** Bahía de Chetumal, Quintana Roo (Suárez-Morales *et al.*, 1995); Bahía de la Ascensión, Quintana Roo (Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005).



Ilustración 17. *Eucheilota duodecimalis* A. Agassiz, 1862. A=vista lateral; Tb=bulbo tentacular; Ht=tentáculo hueco; Crr=cirro; Rc=canal radial; Mn=manubrio; Gn=gónadas; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Género *Lovenella*** Hincks, 1868  
***Lovenella bermudensis*** (Fewkes, 1883)

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1805.** 6 organismos recolectados; Maduro; Estación 3 (21.56987, -88.23132), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001606); Estación 9 (21.59975, -88.15708), 18/5/2018 (YUC-CC-254-11-001620).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 0.5 – 1.0 mm; cuatro canales radiales; velo desarrollado; canal circular prominente; manubrio corto, cilíndrico; cuatro bulbos tentaculares en posición perradial con un par de cirros laterales; dos tentáculos opuestos simétricamente iguales en tamaño; cuatro bulbos rudimentarios en posición interradial con un par de cirros laterales; cuatro bulbos marginales rudimentarios sin cirros en posición subradial; tentáculos huecos; ocho estatocistos ectodermales cerrados (dos por cuadrante) en posición adradial (Ilustración 18).

**Parámetros ambientales.** 29.3 – 31.1 ° C; 34.4 – 35.2 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Fewkes, 1883; Bouillon et al. 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** No hay registros previos. **Caribe mexicano.** No hay registros previos.

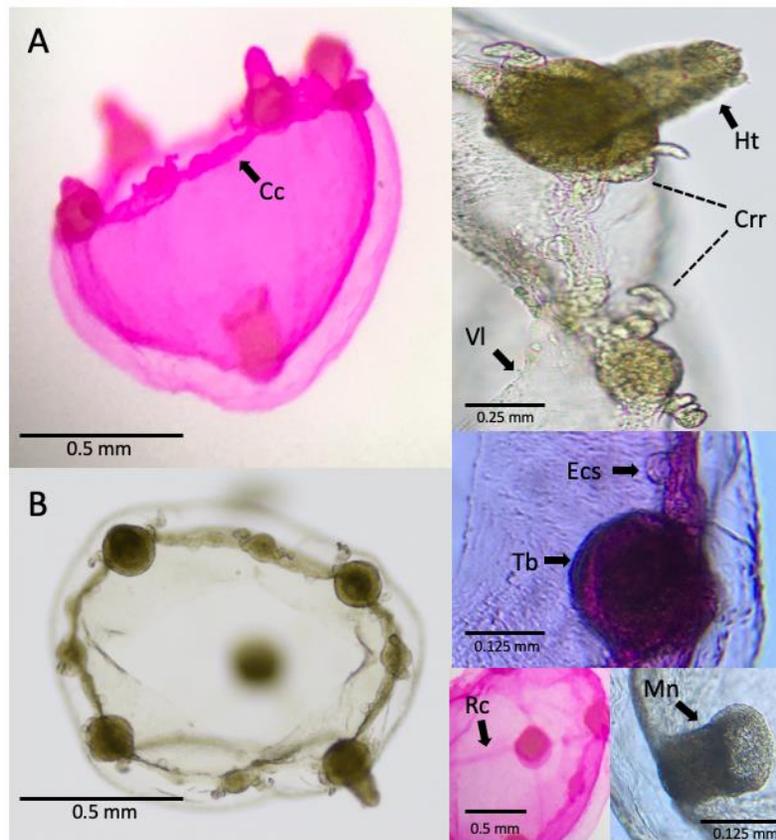


Ilustración 18. *Lovenella bermudensis* (Fewkes, 1883). A=vista lateral; B=vista oral; Mn=manubrio; Rc=canal radial; Cc=canal circular; Vl=velo; Tb=bulbo tentacular; Ht=tentáculo hueco; Crr=cirro; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Familia Aequoreidae** Eschscholtz, 1829  
**Género Aequorea** Péron & Lesueur, 1810  
***Aequorea macrodactyla* (Brandt, 1835)**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 1 organismo recolectado; Juvenil; Estación 3 (21.57282, -88.23123), 27/02/18 (YUC-CC-254-11-001566).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 20.0 – 25.0 mm; boca amplia con labios en igual número que canales radiales; 16 canales radiales simples; 16 tentáculos huecos en la base de cada canal radial; 16 bulbos tentaculares (1 por cuadrante); bulbos anchos con quilla abaxial y papila excretora en el lado subumbrelar; 96 bulbos dudimentarios (6 por cuadrante); aproximadamente 128 estatocistos ectodermales cerrados intercalados entre cada bulbo (8 por cuadrante) (Ilustración 19).

**Parámetros ambientales.** 26.28 °C; 43.54 ups. **Hábitat.** Oceánico.

**Referencias.** Mayer, 1910; Bigelow, 1938; Kramp, 1959.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19° 00' 00'' - 25° 00' 00'' N & 88° 29' 09'' W (Valenca-Correia, 1992; 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43''- 94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007); Costa sur de Jalisco y Colima (Jáquez-Bermúdez *et al.*, 2013); 18°N, 95°W & 21°N, 91°W (Martell-Hernández *et al.*, 2014). **Caribe mexicano.** No hay registros previos.

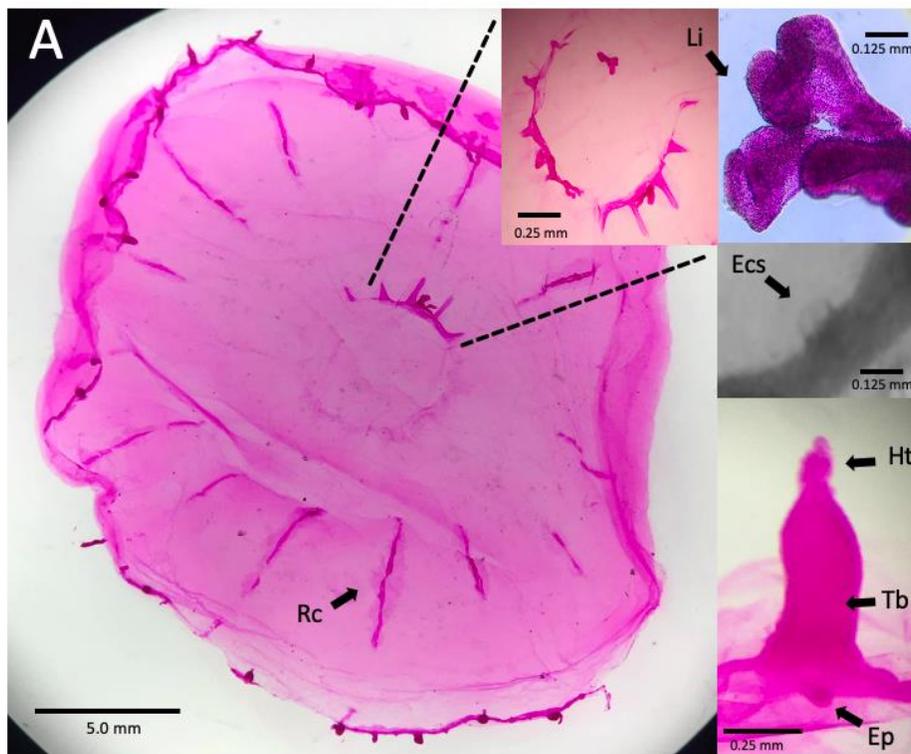


Ilustración 19. *Aequorea macrodactyla* (Brandt, 1835). A=vista oral; Rc=canal radial; Tb=bulbo tentacular; Ht=tentáculo hueco; Ep=poro excretor; Li=labios; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Familia Malagazziidae** Bouillon, 1984  
**Género *Octophialucium*** Kramp, 1955  
***Octophialucium medium*** Kramp, 1955

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 1 organismo recolectado; Juvenil; Estación 9 (21.60125, -88.16248), 26/02/18 (YUC-CC-254-11-001583).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 4.5 – 5.0 mm; manubrio amplio; boca con forma de estrella y 8 labios simples; ocho canales radiales en igual número que labios; ocho bulbos tentaculares perradiales con poro excretor abaxial; ocho bulbos tentaculares interradales con poro excretor abaxial; ocho bulbos tentaculares adradiales con poro excretor; tentáculos huecos; tres bulbos rudimentarios entre cada bulbo tentacular (48 en total); dos estatocistos ectodermal cerrados entre cada bulbo tentacular (32 en total) (Ilustración 20).

**Parámetros ambientales.** 28.7 ° C; 37.22 ups. **Hábitat.** Oceánico.

**Referencias.** Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** 19°23' - 23°32'N & 85°57' - 90°26' W (Segura-Puertas, 1992); 19° y 24°N & 85°48 y 90°25' W (Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994); 18°28'52'' - 20°50'39'' N & 91°15'43'' - 94°49'59'' W (Loman-Ramos *et al.*, 2007); Laguna Madre, Tamaulipas (Mendoza-Becerril *et al.*, 2009). **Caribe mexicano.** No hay registros previos.

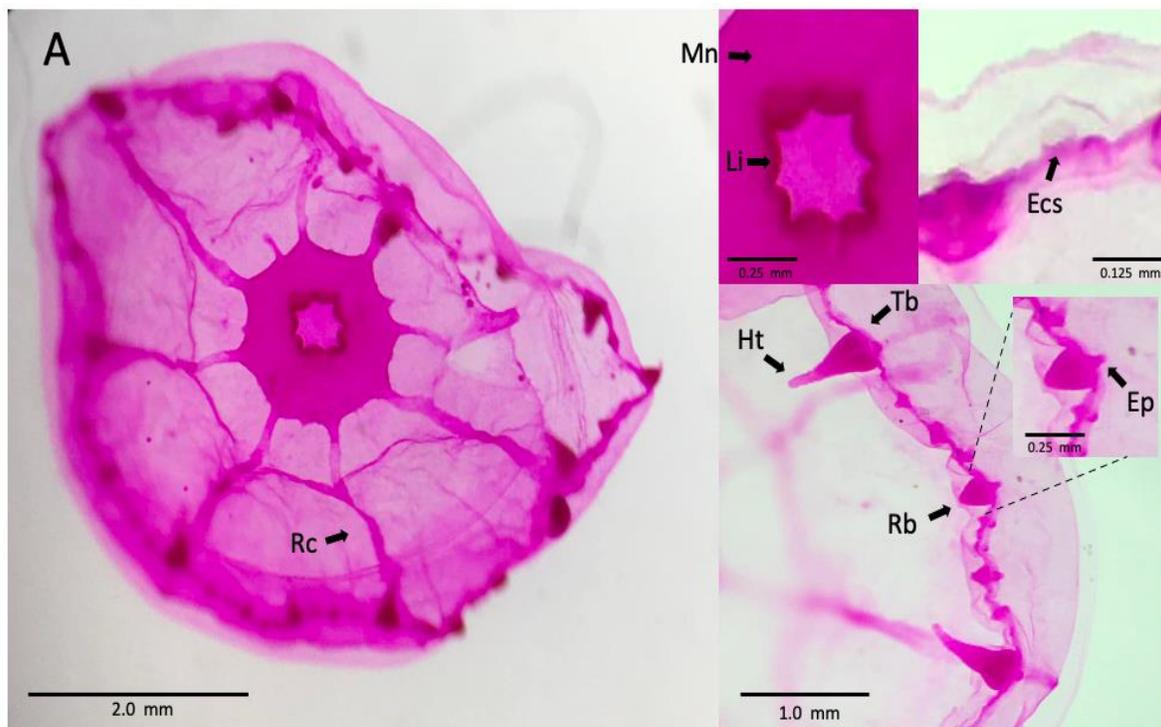


Ilustración 20. *Octophialucium medium* Kramp, 1955. A=vista oral; Rc=canal radial; Mn=manubrio; Li=labios; Tb=bulbo tentacular; Rb=bulbo rudimentario; Ht=tentáculo hueco; Ep=poro excretor; Ecs=estatocisto ectodermal.

**Subclase Trachylinae** Haeckel, 1879  
**Orden Limnomedusae** Kramp, 1938  
**Familia Olindiidae** Haeckel, 1879  
**Género Cubaia** Mayer, 1894  
***Cubaia aphrodite* Mayer, 1894**

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1802.** 1 organismo recolectado; Juvenil; Estación 9 (21.59975, -88.15708), 18/5/2018 (YUC-CC-254-11-001584). **RL1805.** 1 organismo recolectado; Inmaduro; Estación 3 (21.57464, -88.23141), 19/05/18 (YUC-CC-254-11-001601).

**Descripción.** Medusa con umbrela en forma de domo; diámetro umbrelar de 0.5 – 1.0 mm; altura umbrelar de 0.5 -1.0 mm; velo amplio; cuatro canales radiales; canales centrípetos ausentes; manubrio amplio, boca cruciforme con cuatro labios simples; 16 tentáculos marginales huecos en forma de “L”, algunos con almohadillas adhesivas y anillos de cnidocistos. Los tentáculos se originan encima y/o sobre el margen umbrelar; cuatro estatocistos encapsulados presentes con un litocisto esférico (Ilustración 21)

**Parámetros ambientales.** 28.7 – 29.3 ° C; 34.49 – 37.22 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Mayer, 1894; Bouillon *et al.* 2006.

**Registros previos en el Golfo de México.** No hay registros previos. **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997); Banco Chinchorro (Gasca *et al.*, 2003); Bahía de la Ascensión, Quintana Roo (Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005); Mar Caribe occidental (Ramos y Segura-Puertas, 2014).

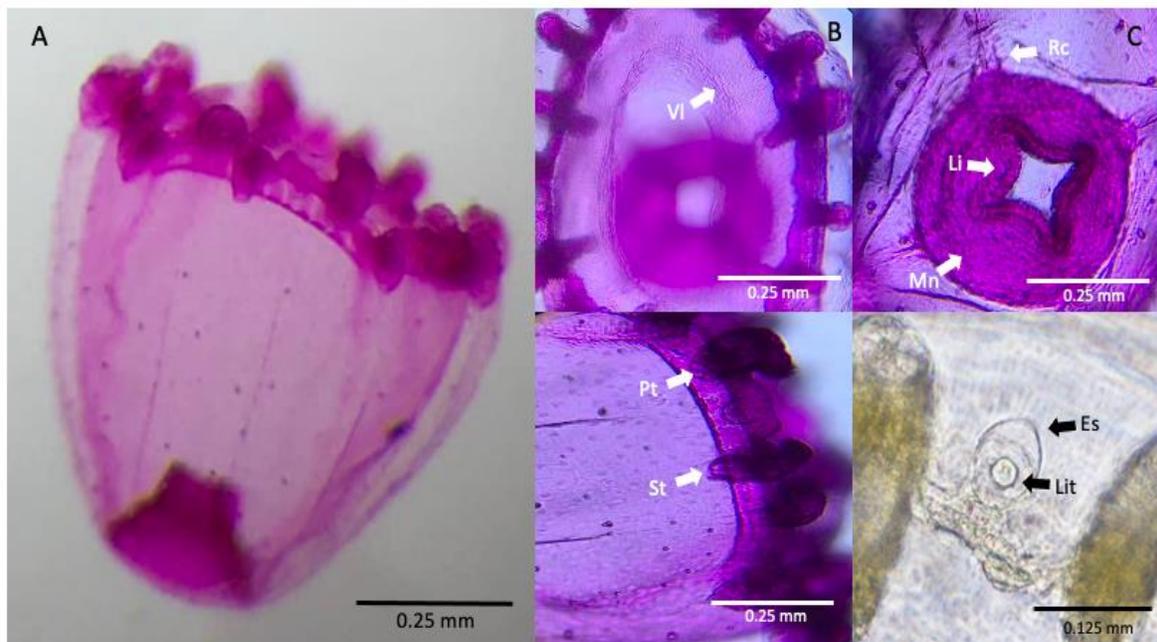


Ilustración 21. *Cubaia aphrodite* Mayer, 1894. A=vista lateral; B=vista oral; C=vista aboral; VI=velo; Rc=canal radial; Pt=tentáculo principal marginal; St=tentáculo secundario exumbrelar; Mn=manubrio; Li=labios; Es=estatocisto encapsulado; Li=Litocisto.

**Género *Vallentinia*** Browne, 1902  
***Vallentinia gabriellae*** Vannucci Mendes, 1948

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709**; 1 organismo recolectado; Maduro; Estación 9 (21.59986667, -88.15778), 29/09/17 (YUC-CC-254-11-001551).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica (ligeramente aplanada); diámetro umbrelar de 0.5 – 1.0 mm; cuatro canales radiales; manubrio elongado con labios crenulados; 4 – 8 tentáculos principales exumbrelares con almohadillas adhesivas y baterías de cnidocistos; 16 – 22 tentáculos marginales huecos con anillos de cnidocistos; gónadas con 6 – 8 lóbulos en posición medial sobre los canales radiales; estatocistos presentes en la base de los tentáculos marginales (Imagen 22).

**Parámetros ambientales.** ----- **Hábitat.** Nerítico, tropical.

**Referencias.** Foster, 1973; Bouillon *et al.* 2006

**Registros previos en el Golfo de México:** Progreso, Yucatán (Foster, 1973); Laguna Bocas de Dzilam, Yucatán (Ahuatzin-Hernández *et al.*, 2020). **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997); Mar Caribe occidental (Ramos y Segura-Puertas, 2014).

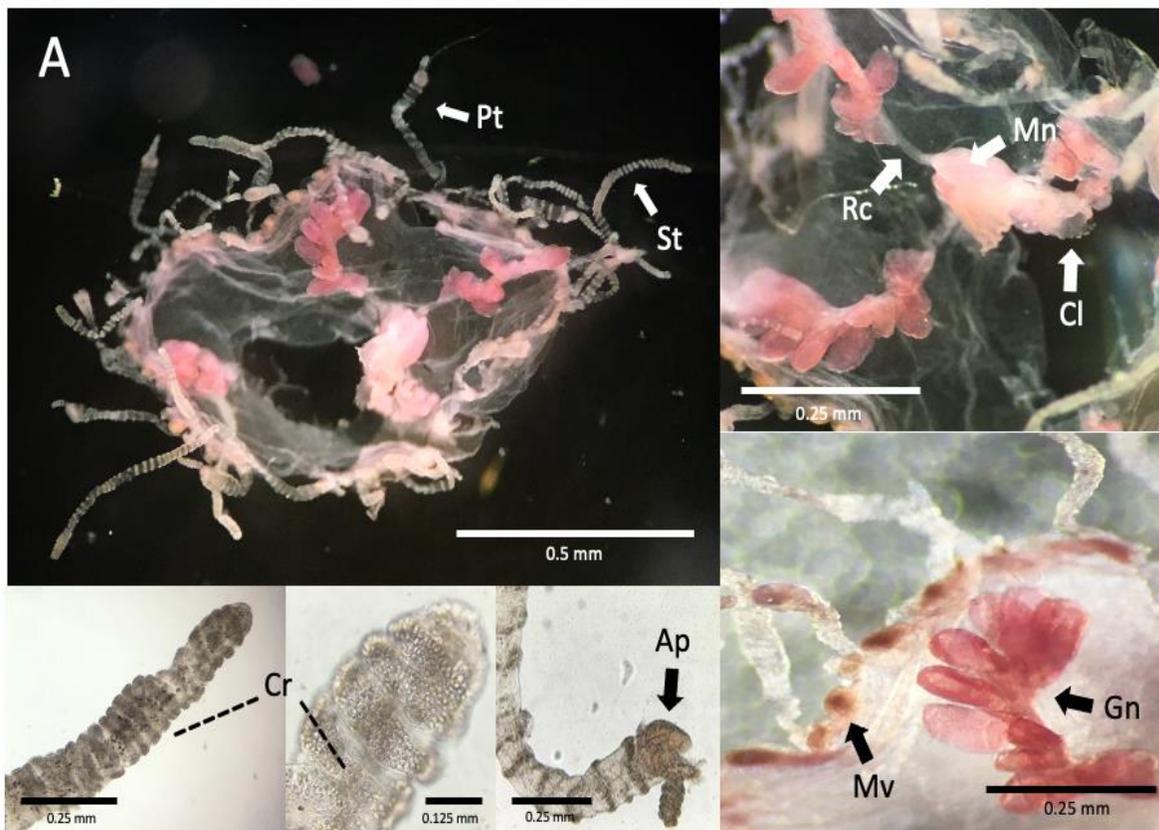


Ilustración 22. *Vallentinia gabriellae* Vannucci Mendes, 1948. A=vista oral; Rc=canal radial; Mn=manubrio; Cl=labios crenulados; Pt=tentáculo primario; Ap=almohadilla adhesiva; St=tentáculo secundario; Cr=anillo de cnidocistos; Gn=gónadas; Mv=vesícula marginal.

**Género** *Olindias* Müller, 1861  
*Olindias tenuis* (Fewkes, 1882)

**Material examinado.** México; Yucatán, Río Lagartos; **RL1709**; 1 organismo recolectado; Maduro; Estación 3 (21.57395, -88.2306), 03/10/17 (YUC-CC-254-11-001549). **RL1805**. 2 organismos recolectados; Inmaduro; Estación 9 (21.59962, -88.16029), 18/05/18 (YUC-CC-254-11-001614, YUC-CC-254-11-001621).

**Descripción.** Medusa con umbrela hemisférica; diámetro umbrelar de 25 – 30 mm; cuatro canales radiales que se extienden del manubrio hacia el canal circular de la umbrela; 7 – 10 canales centrípetos por cuadrante; gónadas papiliformes extendidas sobre los canales radiales; manubrio cilíndrico, boca cruciforme sin labios; 90 – 100 tentáculos primarios sobre el margen umbrelar con almohadillas adhesivas distales y baterías de nematocistos; 28 – 35 tentáculos secundarios en el margen umbrelar sin almohadillas adhesivas y con anillos de cnidocistos; 94 – 100 protuberancias marginales alrededor del margen umbrelar; estatocistos internos en pares en la base de los tentáculos primarios. (Imagen 23).

**Parámetros ambientales.** 27.1 – 31.1 ° C; 35.2 – 36.6 ups. **Hábitat.** Nerítico, subtropical.

**Referencias.** Fewkes, 1882; Bouillon *et al.* 2004.

**Registros previos en el Golfo de México.** No hay registros previos. **Caribe mexicano.** Laguna Bojórquez, Quintana Roo (Segura-Puertas y Damas-Romero, 1997); Bahía de la Ascensión, Quintana Roo (Canché-Canché y Castellanos-Osorio, 2005).

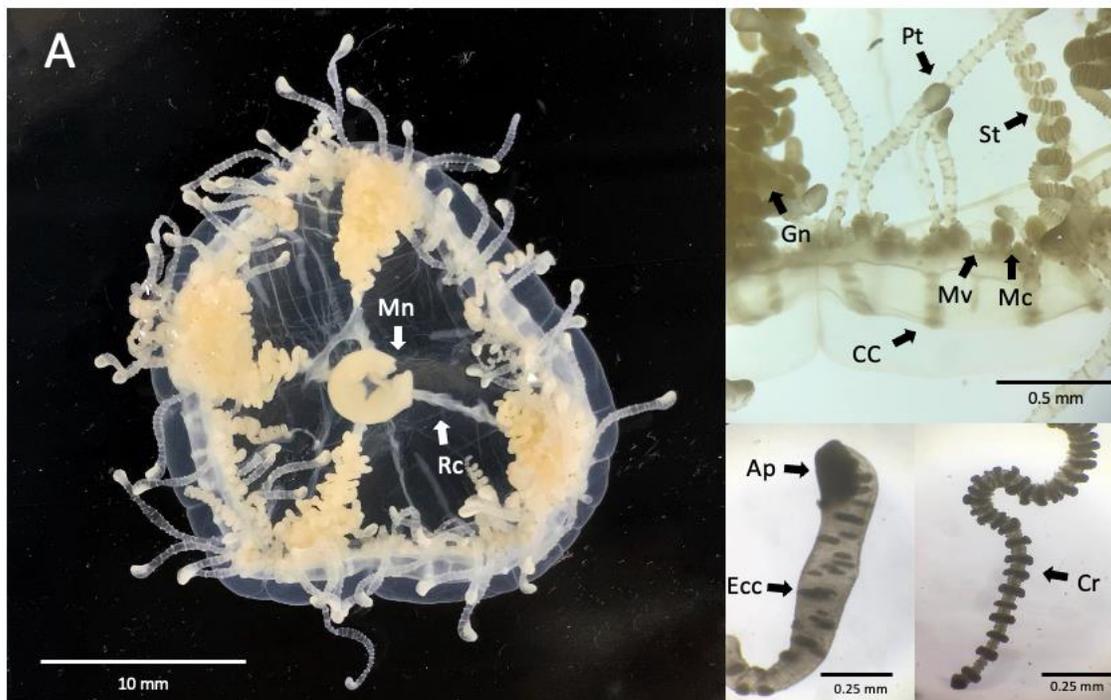


Ilustración 23. *Olindias tenuis* (Fewkes, 1882). A=vista oral; Rc=canal radial; CC=canal centrípeto; Gn=gónadas; Mn=manubrio; Pt=tentáculo principal; Ap=almohadilla adhesiva; Ecc=batería exumbrelar de cnidocistos; St=tentáculo secundario; Rc=canal radial; Cr=anillo de cnidocistos; Mc=protuberancia marginal; Mv=vesícula marginal.