



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Moluscos gasterópodos y bivalvos de las lagunas  
de Mandinga, Alvarado y Sontecomapan,  
Veracruz, México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**ALFREDO ARGAEZ MARQUEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE  
MÉXICO**

**2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a la UNAM. Desde mi ingreso al nivel medio superior, en el plantel CCH Vallejo soñé con llegar a este punto en mi vida, estoy muy agradecido por las oportunidades de crecimiento tanto profesional como personal que brinda la institución.

A la Dra. Martha Reguero, agradezco mucho todas las observaciones y correcciones que me hizo notar a lo largo de esta tesis, por la oportunidad de poder acercarme más al conocimiento malacológico mediante colaboraciones con la Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas (COMA). Por todo su conocimiento, trabajo y profesionalismo en la malacología en México.

A la Dra. Deneb Ortigosa, muchas gracias por introducirme al bello y vasto mundo de los moluscos, por todas las clases que impartió y de las cuales aprendí mucho, gracias por sus numerosas observaciones y recomendaciones en la elaboración de esta tesis.

Al M. en C. Brian Urbano, por darme la confianza para acercarme a platicar sobre mis angustias respecto a mi proyecto, por sus consejos y por sus valiosas observaciones y correcciones en este trabajo.

A la Dra. Anita Sereno, por hacerme amar a los animales, especialmente a los invertebrados marinos y a sus muy queridos platelmintos parásitos, sus clases en la materia fueron de lo mejor que la Facultad de Ciencias me pudo dar; así mismo, agradezco sus valiosas observaciones en mi trabajo de tesis.

Gracias a todo mi comité sinodal, ya que me ayudaron a enriquecer muchísimo esta tesis y sin sus comentarios, sugerencias y observaciones este trabajo no podría haberse concluido.

A mi asesor el Dr. Fernando Álvarez, quien me aceptó en su grupo de taller y pese a la pandemia, me dio la oportunidad de incursionar en el mundo de los moluscos mediante revisiones bibliográficas.

Agradezco mucho a mi buena amiga Areli, que desde el principio de la carrera estuvimos juntos y que a lo largo de nuestro paso por la facultad estuvo presente en los momentos más difíciles, pero también en los más gratos. Gracias por sus consejos y por su gran ayuda para desarrollar esta tesis.

A mis amigos de la facultad, a Fersita que nunca ha dejado de enseñarme, siempre ha significado un apoyo académico y moral sumamente grande, a Ángela que pese a nuestras adversidades siempre logramos juntarnos para distraernos y hacernos compañía.

A mis amigos del taller, Karen, Rubén, Nat, Liz y Rod, por siempre darme ánimos cuando lo necesitaba, pero muchas gracias por siempre hacerme reír, son unas personas muy fabulosas, gracias por enseñarme buenos chistes y que las prácticas de campo siempre son mejor con amigos. A Ajax, que, pese a no ser de la facultad, le debo mucho de mi formación como persona, gracias por acompañarme a crecer. A Alee Yuu, gracias por siempre echarme porras y creer que lo lograría.

A mi familia, principalmente a mi madre por tanto apoyo y amor que me ha brindado, a los Alcalá, gracias a mi tío Lalo por enseñarme que una sonrisa y un chiste siempre cae bien en todo momento, a mi prima Érika, por todo su apoyo y ayuda incondicional en los momentos más felices y en los no tan felices; a Claudia y Raúl, por tanto apoyo y apapachos que siempre he sentido estando en su compañía, a mi tío Raúl, gracias por los consejos y la motivación y tranquilidad que siempre proporciona en las reuniones familiares. A mis sobrinos Moni y Farid, que con su energía y ocurrencias me hacen recordar que pese a las nuevas responsabilidades que uno adquiere conforme crece, siempre hay espacio para poder jugar y ser niño otra vez. A mis perritos, Juanín, Dolly y Chabela, que, aunque suene trivial, siempre estuvieron haciéndome compañía en mis noches de desvelo académico.

Finalmente, un agradecimiento especial a mi hermano Víctor que representa una figura de inspiración, motivación y admiración para mi desarrollo personal y profesional.

# Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Phylum Mollusca .....	2
Clase Gastropoda .....	4
Clase Bivalvia .....	7
Biodiversidad, Riqueza y Abundancia.....	9
Taxonomía y Sistemática.....	12
Características, Ecología, y Geografía de las Lagunas Costeras .....	14
Complejo Lagunar Larga - Redonda - Mandinga.....	15
Complejo lagunar de Alvarado .....	16
Laguna de Sontecomapan.....	17
Antecedentes.....	19
Moluscos del complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga .....	19
Moluscos del complejo lagunar de Alvarado .....	22
Moluscos de la laguna de Sontecomapan .....	24
Justificación .....	25
Objetivo general .....	26
Objetivos particulares .....	26
Hipótesis .....	26
Materiales y Método .....	27
Obtención de fuentes bibliográficas.....	27
Compilación y actualización taxonómica.....	27
Índices de similitud y diversidad taxonómica .....	28
Aspectos ecológicos.....	29
Apéndices y consideraciones.....	30
Resultados.....	30
Riqueza y obtención de especies.....	30
Actualización taxonómica de especies .....	31
Curva de acumulación .....	37
Especies compartidas.....	38

Índices de similitud de Jaccard, Sorensen y diversidad taxonómica .....	40
Aspectos de la comunidad malacológica en CLLRM, CLA y LS .....	44
Discusión .....	50
Riqueza y Obtención de Especies .....	50
Actualización taxonómica de Especies.....	52
¿Cuántas especies faltan por encontrar? .....	53
Factores que limitan la distribución de especies .....	55
Índices de similitud de Jaccard, Sorensen y Diversidad Taxonómica .....	57
Aspectos de la Comunidad Malacológica .....	60
Conclusiones.....	64
Literatura citada.....	65
Apéndices .....	75

## Resumen

Se realizó una búsqueda bibliográfica de moluscos gasterópodos y bivalvos documentados hasta febrero 2023 para el complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga (CLLRM), el complejo lagunar de Alvarado (CLA) y la laguna de Sontecomapan (LS). Se consultaron 23 fuentes de información, encontrando un total de 94 especies diferentes, 46 de gasterópodos y 48 de bivalvos distribuidas entre las 3 lagunas. Se corroboró con ayuda de bases de datos digitales (WoRMS y Molluscabase) la validez de los nombres taxonómicos otorgados en los documentos consultados, encontrando 65 cambios a nivel de orden, 16 de familia y 39 de especie. Se construyó una curva acumulativa de especies de 1983 a 2019, se ubicó un pico de registros entre los años 1989 y 1995. Se identificaron las especies compartidas y nativas locales de las 3 lagunas, encontrando a 7 especies de gasterópodos y 7 especies de bivalvos como habitantes en los tres sitios. La curva acumulativa mostró que, a pesar de los grandes esfuerzos de muestreo, aún se pueden encontrar nuevas especies en un área ya muestreada. Con datos de presencia y ausencia se calcularon índices de similitud, se obtuvo una semejanza máxima de 0.36 en Jaccard entre CLLRM y CLA y 53.73 con el índice de Sorensen en los mismos sitios. Se identificó el índice de diversidad taxonómica señalando al CLLRM como el sitio con mayor diversidad y a la LS como el de mayor riqueza de especies. La ausencia de taxones en hábitats potenciales no siempre es resultado de factores históricos, ecológicos o morfológicos, sino de lo difícil que es encontrar especies raras debido a su baja abundancia. Finalmente se recabó información sobre los hábitos de estos grupos obteniendo que, los gasterópodos son de afinidad salobre, alimentación carnívora, de hábito epifaunal y con preferencia a sustratos de vegetación sumergida; mientras que los bivalvos prefieren el ambiente marino, alimentación suspensívora, de hábito infaunal, preferencia a sustratos arenosos. Las comunidades malacológicas en estas tres lagunas son muy diferentes según los índices de similitud. Además, desempeñan un papel clave como formadores de detrito y transporte de energía en la red trófica.

**Palabras clave:** Riqueza, taxonomía, sistemática, diversidad, comunidades, Gastropoda, Bivalvia, laguna costera.

## Introducción

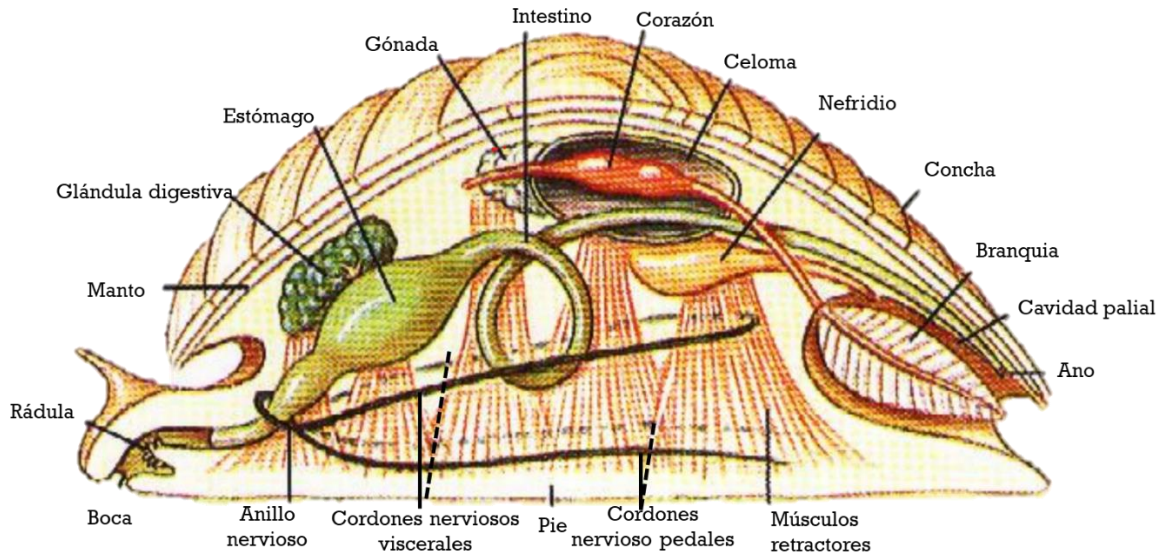
### Phylum Mollusca

Los moluscos son metazoos, invertebrados, que pueden o no presentar concha y poseen un característico cuerpo blando (Ríos *et al.*, 2016). Mollusca proviene del latín *mollis*, que significa blando (Naranjo, 2016). La palabra “molusco” engloba a pulpos, calamares, caracoles, almejas y a otros menos conocidos como escafópodos, aplacóforos, polioplacóforos y monoplacóforos. Es uno de los grupos de animales más diversos que existen (Ramírez y Urbano, 2014). Se tiene registro fósil desde el Cámbrico temprano (Pagani, 2011) y Brusca *et al.*, (2016) mencionan que hay cerca de 80,000 especies de moluscos actuales y alrededor del mismo número de registros fósiles.

Anatómicamente están divididos en tres regiones: región cefálica, con boca y órganos sensoriales; región del pie, locomotor y excavador; y región visceral, con órganos y vísceras cubiertas por el manto y con una cavidad palial donde se localizan los órganos excretores, digestivos y sexuales (Figura 1) (González y Torruco, 2010). El sistema nervioso está constituido por ganglios cerebrales, viscerales y pedales; por otra parte, el sistema excretor está provisto de metanefridios bien desarrollados. El intercambio gaseoso se lleva a cabo mediante branquias (ctenidios) o cavidades vascularizadas en forma de pulmón. El desarrollo puede ser directo o indirecto con presencia de larvas trocófora y véliger (Fernández y Rivas, 2007).

Una característica del grupo es la presencia del manto, es una extensión de la pared del cuerpo, que limita a la cavidad palial, donde se alojan las branquias. Esta cavidad está en constante comunicación con el medio exterior permitiendo la oxigenación del aparato respiratorio (Camacho, 2008). Por medio de los cilios ctenidiales el agua se mueve sobre las branquias provocando así el fenómeno de contracorriente que mejora el intercambio de gases y maximiza los gradientes de difusión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> (Brusca *et al.*, 2016).





**Figura 1.** Representación de un molusco hipotético ancestral. Tomado y editado de Ovando (2016).

La cavidad del manto también descarga los productos del metabolismo y reproducción (Camacho, 2008). Asimismo, se encuentran órganos sensoriales especializados en la quimiorrecepción, llamados osfradios. La concha está integrada por tres regiones: la parte externa, denominada periostraco, formada por una sustancia llamada conquiolina, secretada por el manto, donde ocurre el crecimiento del animal (Fernández y Rivas, 2007) y los estratos situados por debajo de la capa externa, el mesostraco, situado en la capa intermedia y el endostraco en la capa interna, estas últimas dos capas son calcificadas (García-Cubas y Reguero, 2004).

En algunas clases de moluscos como en cefalópodos y algunos gasterópodos, la cabeza se encuentra bien diferenciada del resto del cuerpo (Camacho, 2008), está caracterizada por la presencia de un par de ojos y uno o dos pares de tentáculos sensoriales y parte del sistema nervioso. En la zona ventral se distingue una boca, en la que por dentro se encuentra la rádula, uno de los órganos encargados de la alimentación (Fernández y Rivas, 2007).

El pie se extiende después de la cabeza, en posición ventral, es un órgano musculoso empleado en la locomoción y/o excavación de los sedimentos, puede estar modificado para la natación o reducido hasta casi desaparecer, puede contener cilios y glándulas secretoras de

moco (Camacho, 2008). Todos los moluscos pequeños pueden moverse principalmente por propulsión ciliar, sin embargo, la mayoría se mueve principalmente por ondas de contracciones musculares. El pie forma una suela plana ventral y reptante (sección que se encuentra en contacto directo con el sustrato), en la parte anterior del pie o propodio se encuentra una glándula de mucosa sobre la que se desliza el animal y al resto del pie se le llama metapodio. El pie posee conjuntos de músculos retractores, que se adhieren al caparazón y al manto dorsal y músculos más pequeños actúan conjuntamente para subir y bajar la planta del pie o para acortarla en dirección longitudinal o transversal (Brusca *et al.*, 2016).

Actualmente los moluscos gracias a su alto valor alimenticio tienen relevancia en la acuicultura y en la pesca, además de que las conchas son utilizadas como piezas decorativas y en artesanías (Ríos *et al.*, 2016). En tiempos prehistóricos también fueron utilizados como alimento del hombre primitivo del Paleolítico. En México, los pueblos prehispánicos utilizaron conchas de moluscos marinos como ofrendas ceremoniales u ornamentos en entierros y como joyería, de ahí deriva su importancia arqueológica en el país (Gómez, 2007).

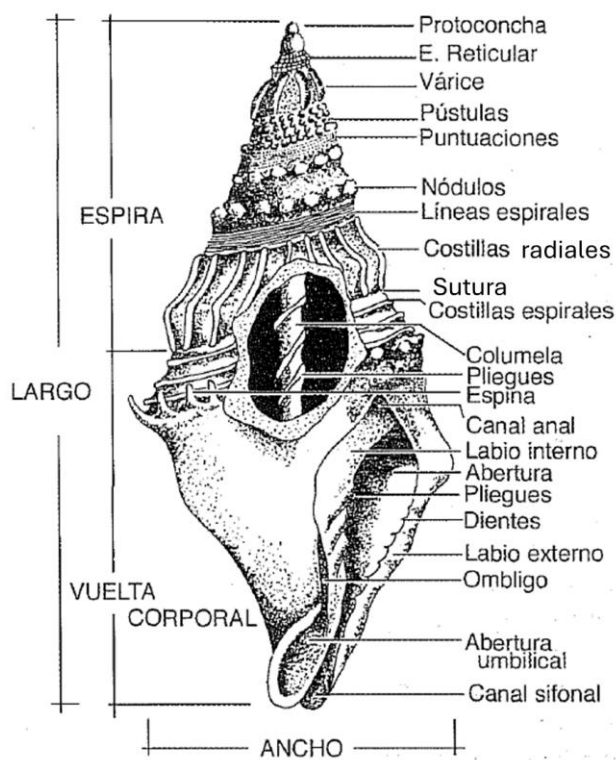
### ***Clase Gastropoda***

Se han descrito cerca de 70,000 especies actuales (Fernández y Rivas, 2007) y 15,000 especies fósiles (Ruppert y Barnes, 1995). La clase está compuesta por caracoles, babosas, lapas y babosas de mar (nudibranchios). Normalmente con ojos y tentáculos presentes, un pie ancho y masa visceral que comúnmente está contenida dentro de la concha que puede o no estar enrollada. Otro rasgo es el opérculo, es una estructura córnea que sella total o parcialmente la abertura cuando el animal se introduce a su concha, también puede utilizarse para adherirse a una superficie durante la locomoción (Abbott y Dance, 2000).

García-Cubas y Reguero (2004) mencionaron que la concha se origina como un producto de la secreción del epitelio superficial del manto que forma una capa protectora de naturaleza córnea compuesta de una proteína llamada conquiolina, la concha puede presentarse delgada y transparente hasta gruesa y fibrosa. La superficie del manto y las branquias incorporan sustancias inorgánicas del medio, como carbonatos de magnesio,

fosfatos y silicatos, pero principalmente carbonato de calcio que se precipita en el interior de la concha y este cristaliza en forma de calcita o aragonita (González, 2005).

El crecimiento de la concha se lleva a cabo en intervalos cíclicos (vueltas). En las conchas bien constituidas se distingue la parte más elevada llamada ápice, producida en el periodo larvario. Los órganos internos están enrollados en forma de espiral producto de la asimetría (González, 2005). En esencia, la concha es un cono enrollado helicoidalmente, con crecimiento en espiral perpendicular al eje del cuerpo, que incrementa en diámetro según la vuelta, la torsión de la concha puede ser a la derecha (dextrógira) o a la izquierda (levógira). La concha se inicia en una pequeña cámara denominada núcleo, cuando estas vueltas se conservan se le asigna el nombre de protoconcha y a la parte posterior teleoconcha, a la última vuelta del cuerpo se le llama vuelta corporal y al resto se le conoce como espira, a la línea de unión entre dos vueltas se le asigna el nombre de sutura y la columela es el eje central de la concha. La superficie externa de las conchas puede ser lisa u ornamentada (García-Cubas y Reguero, 2004) (Figura 2).



**Figura 2.** Concha hipotética de un gasterópodo mostrando los tipos de ornamentos. Tomado de García-Cubas y Reguero (2004); García-Cubas (1981). Fe de erratas: Se realizaron las siguientes correcciones: la palabra ‘Surura’ fue corregida por ‘Sutura’ y ‘Costillas radicales’ por ‘Costillas radiales’.

En caracoles, la comida se introduce en la boca mediante una rádula, este órgano permite raspar el sustrato para retirar material orgánico y así alimentarse. Se conecta mediante un esófago al estómago y dentro las enzimas digestivas son secretadas por glándulas, permitiendo así que el pH del estómago se reduzca y de esta manera el moco producido disminuya su viscosidad para poder mover partículas alimenticias. En consecuencia, el intestino forma gránulos fecales que se liberan en la parte posterior de la cavidad del manto y que son transportados por una corriente exhalante (Pyron y Brown, 2014).

El sistema circulatorio es abierto e incluye un corazón con dos aurículas y un ventrículo. La sangre se oxigena después de pasar por las branquias, llega al corazón y se envía a los tejidos, de ahí retorna a las branquias y repite el proceso. La sangre contiene dos pigmentos: hemocianinas azuladas gracias a la presencia de cobre, y hemoglobina, presente en aquellas especies que viven en ambientes de poco oxígeno (Camacho y Del Río, 2008). El sistema respiratorio está provisto de branquias, en las que mediante un mecanismo de contracorriente se realiza la difusión de oxígeno del agua a la sangre (Pyron y Brown, 2014); mientras que los gasterópodos terrestres dependen de la respiración superficial (McMahon, 1983).

Los órganos excretores, llamados metanefridios o riñones, eliminan los desechos de la sangre, la orina se descarga en la cavidad del manto. Los gasterópodos de agua dulce excretan nitrógeno en forma de amoníaco y urea, mientras que los gasterópodos terrestres solo producen urea (Pyron y Brown, 2014).

El sistema nervioso es un anillo conectado a dos pares de cordones nerviosos (Pyron y Brown, 2014). Se presentan ganglios y nervios pedales que inervan los músculos del pie, viscerales que van a las vísceras y al manto y nervios transversales, que forman un sistema de escalera (Fernández y Rivas, 2007). Los nervios de los ganglios cerebrales inervan tentáculos, ojos y estatocistos (estos últimos son órganos que proveen información sobre ubicación espacial) (Brusca *et al.*, 2016).

El fenómeno de torsión es el cambio de posición de la cavidad palial, pasando de la región posterior a la anterior detrás de la cabeza, afecta algunos órganos del lado derecho (ctenidio, aurícula y metanefridio) quedando funcionales los del lado izquierdo, este proceso ocurre durante el desarrollo embrionario, se da un crecimiento acelerado de la región corporal izquierda, con lo cual la masa visceral y el manto giran de 90 a 180° resultando en un cuerpo asimétrico (Fernández y Rivas, 2007).

La clase Gastropoda se encuentra distribuida tanto en ambientes acuáticos como terrestres. Son mayormente abundantes y diversos en el hábitat marino, se encuentran desde grandes profundidades hasta la zona costera intermareal. Es común encontrar caracoles en aguas salobres y pantanosas, como los existentes en desembocaduras de ríos y en lagunas costeras. Por lo general, los caracoles de aguas continentales prefieren habitar en aguas claras y transparentes, aunque también es común encontrarlos en sustratos fangosos con abundante contenido de calcio (Camacho y del Río, 1998).

### ***Clase Bivalvia***

A diferencia de la clase Gastropoda, los bivalvos son moluscos que viven exclusivamente en el medio acuático, son de simetría bilateral y tienen una concha de dos valvas, comprimida lateralmente (Figura 3). Estos moluscos son ampliamente conocidos, la clase incluye a las almejas, ostras y mejillones (Ruppert y Barnes, 1995). El número de especies actuales descritas oscila alrededor de las 20,000 (Fernández y Rivas, 2007), mientras que en el registro fósil se han documentado desde el Paleozoico inferior y se cree superan las 15,000 especies (Camacho *et al.*, 2008).

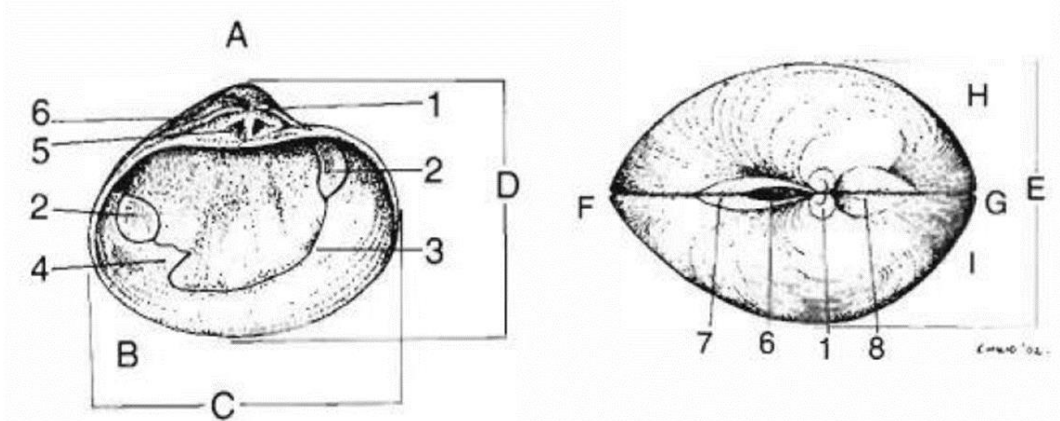
Típicamente la concha está provista de dos valvas articuladas y unidas mediante un ligamento elástico dorsal y por una charnela con dientes (Brusca *et al.*, 2016), El cierre de valvas lo realizan los músculos aductores, su arreglo puede expresarse en variantes según la fortaleza y posición del músculo: dos músculos de cierre (dimiaria), ambos músculos con la misma fuerza (isomiaria), ambos músculos difieren notablemente (anisomiaria), si el musculo de cierre anterior falta y solo hay presencia del músculo posterior (monomiaria) (Camacho *et al.*, 2008). La forma de las conchas es muy diversa (redondeada, ovoide, elíptica

o triangular), en la mayoría de los casos las conchas suelen ser simétricas (equivalvas), pero también hay conchas con bordes sobresalientes (heterovalvas) y las valvas crecen a partir de los umbos, que se encuentran situados cerca o al centro de la concha (García-Cubas y Reguero, 2007).

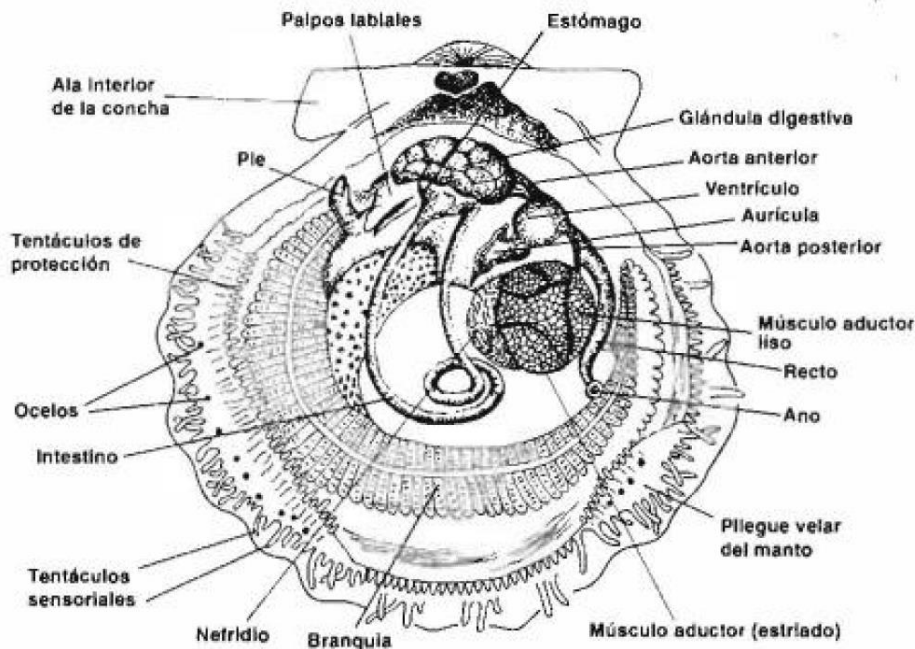
En la respiración intervienen un par de ctenidios provistos con filamentos branquiales ciliados recorridos interiormente por vasos sanguíneos, los cilios generan una corriente de agua dirigida a la cavidad del manto; las partículas filtradas llegan a los palpos labiales y a la boca, las partículas rechazadas son expulsadas junto con productos del metabolismo y CO<sub>2</sub> proveniente del intercambio gaseoso por una corriente de agua exhalante (Camacho *et al.*, 2008).

El sistema digestivo comienza en la boca que está rodeada por el labio y los palpos labiales; un corto esófago conecta la boca con el estómago, donde el alimento es digerido con la ayuda de una glándula digestiva; posteriormente, desde el intestino la materia fecal es aglutinada y es descargada a través del ano. El sistema respiratorio consta de un corazón contenido en la cavidad pericárdica, integrado por dos aurículas y un ventrículo (Camacho *et al.*, 2008), la circulación es abierta a través de un sistema de senos (Castillo-Rodríguez, 2014).

De acuerdo con García-Cubas y Reguero (2007), la parte blanda está recubierta totalmente por los grandes lóbulos del manto, que secretan la concha bivalva. En algunas especies los bordes son libres, con pliegues para la formación de la concha y percepción sensorial (Figura 4). En especies excavadoras, los bordes de los orificios son más alargados y forman un sifón de entrada (sifón inhalante) y uno de salida (sifón exhalante). El pie puede estirarse ventralmente y adoptar diversas formas, según sirva para reptar, excavar, o para fijar filamentos del biso; su forma es de lengüeta, hacha o vermiforme, sin embargo, este es reducido en especies sésiles o nadadoras.



**Figura 3.** Interior de valva izquierda y las dos valvas articuladas vistas desde arriba. A, lado dorsal; B, ventral; C, anchura; D, altura; E, espesor; F, lado posterior; G, Anterior; H, valva izquierda, I, valva derecha; 1, umbo; 2, impresión muscular; 3, línea palial, 4, seno palial; 5, charnela; 6, ligamento; 7, escudo; 8, lúnula. Tomado de García-Cubas y Reguero (2007).



**Figura 4.** Morfología interna de un bivalvo pectínido, visto desde el lado izquierdo. Tomado de García-Cubas y Reguero (2007).

### Biodiversidad, Riqueza y Abundancia

La biodiversidad es la variación de todos los tipos y formas de vida, desde los genes a las especies a través de los ecosistemas (FECYT, 2011); la diversidad biológica no se distribuye uniformemente a lo largo del planeta, diversos sitios en el mundo albergan diferentes especies

y en distintas cantidades. El conjunto de especies que integran una comunidad biológica puede ser más o menos parecidos en diferentes lugares, desde especies idénticas a completamente diferentes. Por ejemplo, si una región tiene varios bosques, pero todos ellos tienen los mismos árboles (robles, abedules y sauces), la diversidad regional será la misma que en cada bosque (Baselga y Gómez-Rodríguez, 2019); por otra parte, las especies que conforman las poblaciones en un arrecife de coral y en un bosque serán totalmente diferentes (Smith y Smith, 2007).

La riqueza biológica es el número de especies diferentes presentes en un determinado espacio y tiempo (Melic, 1993); mientras que la abundancia, en ecología, es la cantidad de individuos de una misma especie de una población en un área determinada; La abundancia relativa es la representación proporcional de una especie en una comunidad o en la muestra de una comunidad o conjunto de poblaciones. Una muestra es la parte de una población o comunidad sometida a observación (Smith y Smith, 2007). Para determinar la abundancia de una población es fundamental elegir una muestra suficientemente representativa, compuesta por un número de réplicas adecuado (Martella, *et al.*, 2012).

La biodiversidad no solo toma en cuenta el número de especies diferentes (Melic, 1993), sino que existen distinciones a diferentes niveles, como: la diversidad alfa, que es la riqueza de especies de una comunidad particular considerada en un área homogénea del paisaje (Halffter *et al.*, 2001). Uno de los elementos que pueden influir en el número de especies que se encuentran en un lugar sin que haya cambios importantes en las condiciones ambientales o biológicas son las especies raras, que son aquellas que están representadas por poblaciones con muy pocos individuos y su captura es mucho más aleatoria (Halffter y Moreno, 2005).

Algunos de los índices que se emplean para medir la diversidad alfa son, el índice de Shannon-Wiener, que considera tanto la riqueza de especies como su abundancia (Ferriol y Marle, 2012) o el índice de Simpson, que mide el grado de dominancia (Halffter *et al.*, 2001). Sin embargo, también es posible medirse con la riqueza específica (el número de especies) a nivel local (Baselga y Gómez-Rodríguez, 2019).





Al utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad, el número de especies depende del tamaño de la muestra. Una forma de evaluar la alfa diversidad a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación, ya que permiten estimar el número de especies potencialmente capturables con cierto método en un área y comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo (Halffter *et al.*, 2001).

La diversidad beta mide las diferencias o el recambio entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes. Las diferencias pueden ocurrir, a nivel de espacio, cuando las mediciones se hacen al mismo tiempo, pero en sitios distintos, o cuando las mediciones se realizan en el mismo lugar, pero en tiempos diferentes. La estabilidad en el número de especies está ligada a lo largo del tiempo y la estabilidad de las comunidades puede ser mayor o menor (Halffter y Moreno, 2005); sin embargo, la aparición de distintas condiciones ambientales, puede aumentar la heterogeneidad del paisaje y en consecuencia, el grado de reemplazo (Halffter *et al.*, 2001).

La diversidad beta puede ser medida en función del número de especies, ya que la medición de la diversidad beta se basa en proporciones que pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, disimilitud, distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies), cuantitativos (abundancia) o índices beta (Halffter *et al.*, 2001). En el caso de las comunidades en las que se considera la presencia o ausencia de especies y no sus proporciones, puede utilizarse el índice de similitud de Sorensen (Ferriol y Marle, 2012), que relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios o el índice de Jaccard que relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Villareal *et al.*, 2004).

La diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje o región, lo cual es una resultante de las diversidades alfa y beta. Si se presentan cambios en la región y estos favorecen la entrada de elementos externos, al



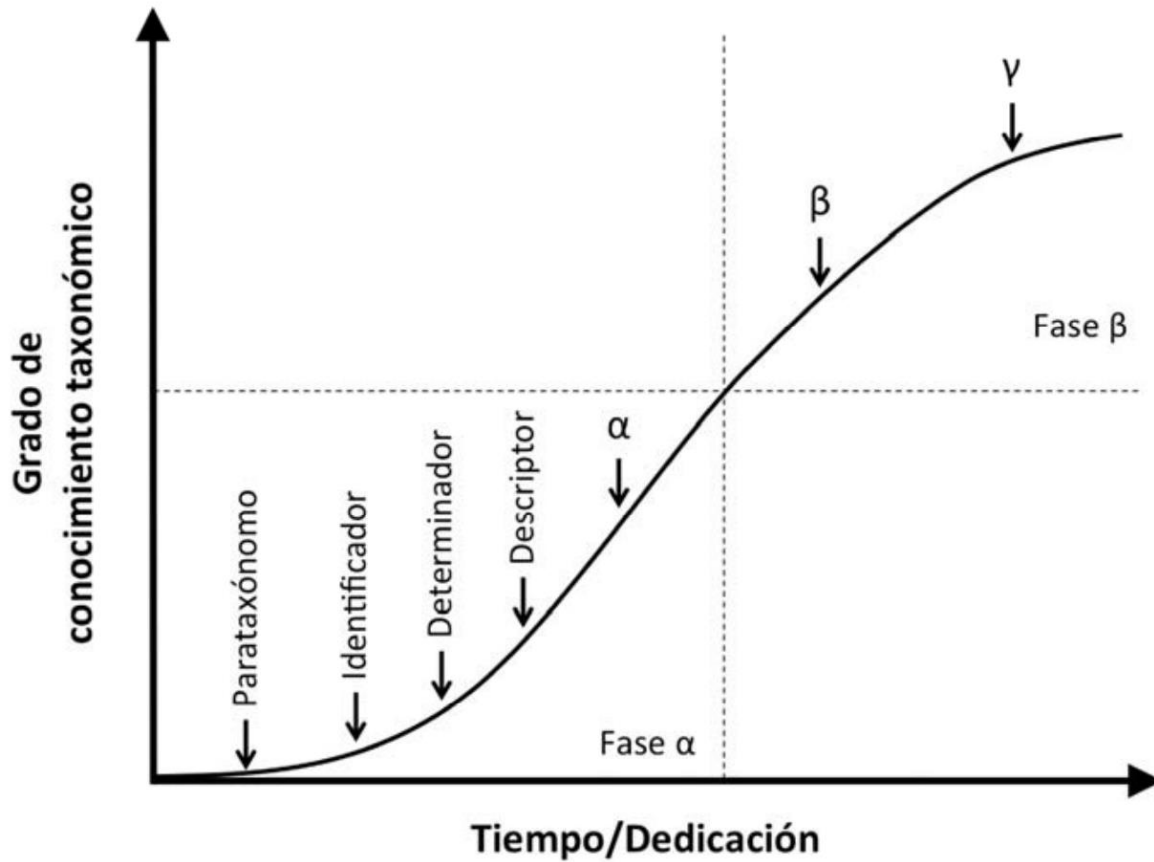
integrarse al conjunto regional, la diversidad gamma aumenta, lo que se refleja en un cambio en las frecuencias y dominancia de las especies (Halffter *et al.*, 2001). El entendimiento del reemplazo de unas especies por otras en un sitio y la pérdida de especies en los sitios más diversos a los menos diversos es clave para comprender cuáles son las causas de las diferencias entre las comunidades biológicas (Baselga y Gómez-Rodríguez, 2019).

La gamma diversidad suele evaluarse mediante el número de especies que la componen; sin embargo, esta medida no permite saber si la diversidad observada se debe a la presencia de comunidades poco o muy distintas entre sí, es por ello, que se ha propuesto que gamma es igual a la suma de alfa y beta (Ferriol y Merle, 2012) o también es calculada mediante el índice gama, que se define como el producto de la diversidad alfa promedio, la diversidad beta y la dimensión de la muestra que se considera como el número total de comunidades (Villareal *et al.*, 2004).

### **Taxonomía y Sistemática**

Existen tres aproximaciones metodológicas y conceptuales dentro de la taxonomía de complejidad progresiva (Figura 5); Alfa ( $\alpha$ ): Incluye etapas de exploración, descripción y denominación de taxones con pocos individuos o buscando nuevas especies; Beta ( $\beta$ ): Etapa de síntesis donde se busca contextualizar la información sobre las especies en ámbito evolutivo, genera propuestas de clasificación, se realiza principalmente a través de grandes revisiones que pueden incluir nuevas especies y relaciones evolutivas; por último, la taxonomía Gama ( $\gamma$ ): pretende realizar análisis filogenéticos incluyendo cladogramas completos incorporando la interacción con diferentes áreas como la biogeografía, biología comparada, fisiología, etología, entre otras (Noriega *et al.*, 2015).





**Figura 5.** Relación entre el grado de conocimiento y tiempo/dedicación empleada para la adecuada formación del taxónomo. Alfa ( $\alpha$ ) descripción de especies: Paratáxonomo - Técnicos capaces de identificar morfoespecies, Identificadores- capaces de identificar especies concretas mediante una clave, Determinadores- Dominan la taxonomía de un grupo y son capaces de identificar las especies de este y Descriptor- son capaces de identificar nuevos taxones y otorgarles nombre. La suma de estos factores caracteriza a un taxónomo alfa ( $\alpha$ ). Los taxónomos Beta ( $\beta$ ), que son capaces de realizar revisiones de información sobre un taxón de alto rango corrigiendo sinonimias y homogenizando la clasificación a diferentes niveles de organización; y los Gama ( $\gamma$ ) que además pueden utilizar fuentes de información morfológicas y/o genéticas para generar hipótesis complejas sobre las relaciones evolutivas (filogenias) entre los taxones del grupo estudiado. Tomado de Noriega *et al.* (2015).

En ocasiones se homogenizan términos como taxonomía y sistemática, Mayr (1969) en su libro “Principios de la taxonomía Zoológica” menciona que la taxonomía es “la teoría y práctica de clasificar organismos” y la sistemática es “la ciencia de la diversidad de los organismos”; otros autores como Simpson (1961) aclaran que, “la sistemática es un campo más amplio que la taxonomía y por ende la contiene”; de manera similar, Wilson (1985) define a la taxonomía como una subdivisión de la sistemática que consiste en tres actividades: identificación, clasificación y nomenclatura. Algunos otros investigadores consideran que la sistemática es una subdisciplina de la taxonomía, encargada de la reconstrucción de la filogenia de los organismos (Wheeler, 2008), siguiendo con esa idea, Novacek (1992)

menciona que la sistemática es el campo científico encargado de la organización, historia y evolución de la vida, preguntando ¿cómo se originó la vida?, ¿cómo se diversificó? y ¿cómo se distribuye en el tiempo y espacio?

### **Características, Ecología, y Geografía de las Lagunas Costeras**

Las costas mexicanas se extienden a lo largo de 11,592.76 km. Estas están limitadas por el océano Pacífico, golfo de México y mar Caribe, 17 de los 32 estados de la República mexicana poseen límites costeros y a su vez, 11 se ubican en el litoral del océano Pacífico y golfo de California, y 6 en el litoral del golfo de México y mar Caribe (Álvarez y Gaitán, 1994).

En todo el país existen entre 125 y 130 lagunas costeras, las cuales son definidas geomorfológicamente como depresiones en la costa por debajo del promedio máximo de las mareas más altas, siempre están protegidas por algún tipo de barrera que puede ser física, como lo es la arena y con comunicación al mar permanente o efímera; o barrera hidrodinámica por la presencia de agua dulce y agua de mar. Otro rasgo que resaltar es la descarga directa de los ríos al mar a través de un estuario (Lara *et al.*, 2011). El denominado complejo lagunar es un sistema de lagunas constituido por más de un cuerpo acuático, que a su vez se encuentra interconectado por esteros (Reguero y García-Cubas, 1993), que es un cuerpo de agua formado en un canal natural, en sus aguas se alternan períodos de circulación y estancamiento determinado por el ciclo de mareas lo que provoca salinidad variable (Sánchez *et al.*, 2007).

Tanto las lagunas costeras como los estuarios son ecosistemas de importancia económica, ya que son áreas de pesca artesanal, además, poseen importancia ecológica debido a que su alta productividad primaria permite a estos ecosistemas ser sitios de crianza, reproducción y resguardo de numerosas especies acuáticas, permitiendo así concentrar un gran espectro de biodiversidad (Lara *et al.*, 2011).



### ***Complejo Lagunar Larga - Redonda - Mandinga***

El complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga (CLLRM) (Figura 6) forma parte de la planicie costera oriental de México, en la parte centro del estado de Veracruz (Paniagua-Cano *et al.*, 2018), tiene una longitud de 20 km y una extensión aproximada de 3,250 ha (Rodríguez *et al.*, 2019). Está constituido, de norte a sur, por tres cuerpos de agua: laguna Larga, con longitud de 3.421 km; laguna Redonda o Mandinga Chica, con una longitud de 2.134 km, y laguna de Mandinga Grande, con una longitud de 6.490 km, las cuales se encuentran interconectadas por un número igual de esteros. El estero del Conchal, cuya parte terminal comunica al sistema con el mar tiene una longitud de 3.536 km (Reguero y García-Cubas, 1993), el estero Horcones que conecta laguna Larga y laguna Redonda y el estero de Mandinga que conecta a la laguna de Mandinga y laguna Redonda (Rodríguez *et al.*, 2019). Los principales aportes de agua al sistema son el río Jamapa y marea del golfo de México (Lara *et al.*, 2009).

El CLLRM tiene un clima cálido subhúmedo con temperatura media anual de 22 °C a 26 °C y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm (Lara *et al.*, 2009). La variación de la salinidad a lo largo de un ciclo anual es de 0.9 y 35 ppm en el fondo. La profundidad media de los cuerpos de agua que integran el complejo es de 2 a 3 m en el estero del Conchal, 1 m en laguna Larga, 3 m en el estero Horcones, 0.80 m en la laguna Redonda y 1.60 m en la laguna de Mandinga Grande. En el área abunda el sustrato de grano fino (limoarcilloso) y en algunas zonas se encuentra combinado con grava, derivada de la acumulación de restos de organismos, principalmente de conchas de moluscos (Reguero y García-Cubas, 1993). Entre otros tipos de suelo se destaca la presencia de vertisol (70%), regosol (15.2%) y gleysol (14.8%) (Lara *et al.*, 2009).

Al menos en la laguna de Mandinga y en la Redonda, la zona ribereña se encuentra en su mayoría cubierta por manglares *Rizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y sus asociaciones vegetales correspondientes, mientras que a los alrededores de estas y el resto del CLLRM predominan los pastizales y en menor medida, el terreno con uso agrícola (Barreto, 2019).



Entre los servicios ambientales que presta el CLLRM se destaca que los manglares se utilizan como zonas de alimentación, refugio, reproducción y anidación de peces y crustáceos. El manglar también brinda sustrato para el desarrollo de especies bentónicas, y funciona como trampa de sedimentos, favorece la carga y descarga del manto freático y el mantenimiento de la calidad de agua, así como la regulación microclimática del área. Las zonas de manglar se consideran áreas de amortiguamiento ante el impacto de huracanes y nortes (Lara *et al.*, 2009).

### ***Complejo lagunar de Alvarado***

El complejo lagunar de Alvarado (CLA) (Figura 6) está localizado al sureste del estado de Veracruz (Flores-Coto, 1982) y cuenta con un área de 267,010 ha (superficie agua: 28,468 ha, superficie tierra: 238,542 ha) (Portilla, 2003). Es un sistema lagunar-estuarino compuesto por lagunas costeras salobres, destacando las de Alvarado, Buen País y Camaronera (Bello *et al.*, 2009). Sin embargo, existen otros cuerpos lagunares principales como la laguna Pajarillos, laguna Popuyeca, laguna El Embarcadero, laguna Mata Mangle, Lago los Coyoles, laguna las Siluetas y laguna Pinolapa y los principales aportes de agua al sistema son río Limón, río Papaloapan, río Acula y mareal del golfo de México (Vázquez *et al.*, 2009).

Su clima es cálido subhúmedo con temperatura media anual de 26 °C (Reguero y García-Cubas, 1989), la precipitación del mes más seco va de 0 a 60 mm. La salinidad varía según la época del año, pero se tiene registro de 0.12 a 35.58 ppm. Se identifica suelo de tipo regozol, feozem, castañosem y vertisol (Vázquez *et al.*, 2009), también está presente suelo de tipo gleysol (Portilla, 2003).

La vegetación que rodea a la laguna se encuentra poblada por manglares, predominando el mangle rojo (*R. mangle*), aunque también se observa mangle negro (*A. germinans*) y mangle blanco (*L. racemosa*), en época de lluvias predomina el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. La vegetación sumergida del área litoral inmediata a la zona de manglar está integrada casi totalmente por *Ruppia maritima*. A dicha flora se asocia estrechamente una fauna muy particular, como lo es la de los moluscos y en aguas más



profundas se encuentran diversas especies de algas, destacando la rodofita *Gracilaria verrucosa* (Reguero y García-Cubas, 1989).

El manglar representa un espacio de resguardo y reproducción para diversos organismos, así mismo ofrece sustrato para especies bentónicas, el detritus que genera la descomposición de las hojas significa un suministro de energía a este sistema acuático (Portilla, 2003). Entre los servicios ambientales que presta este sistema puede destacarse la protección contra mareas, control de inundaciones, retención de sedimentos y formación de suelos, control de contaminación, depósito, procesamiento, reciclaje y exportación de materia orgánica y nutrientes, producción de oxígeno, captura de CO<sub>2</sub>, mejoramiento de la calidad del agua, soporte biofísico de otros ecosistemas costeros (Vázquez *et al.*, 2009).

### ***Laguna de Sontecomapan***

La laguna de Sontecomapan (LS) (Figura 6) está ubicada en la región de Los Tuxtlas (LT), en la llanura costera del golfo de México, en el estado de Veracruz; la ciudad de Catemaco se ubica a 20 km. La laguna tiene un área de 8,921 ha. El manglar cubre un área aproximada de 523 ha. Está limitada al SE por la Sierra de Santa Marta, al O por el Volcán San Martín, al SO por los cerros que delimitan las cuencas hidrográficas del lago de Catemaco y al N por el golfo de México (Gómez, 2003). Los principales aportes de agua al sistema son el río la Palma, río El Carrizal, río Yohualtapan, río Coxcoapan, manantial La Poza, arroyo Agua Caliente y recibe agua del golfo de México, por parte de las mareas (Pérez *et al.*, 2014).

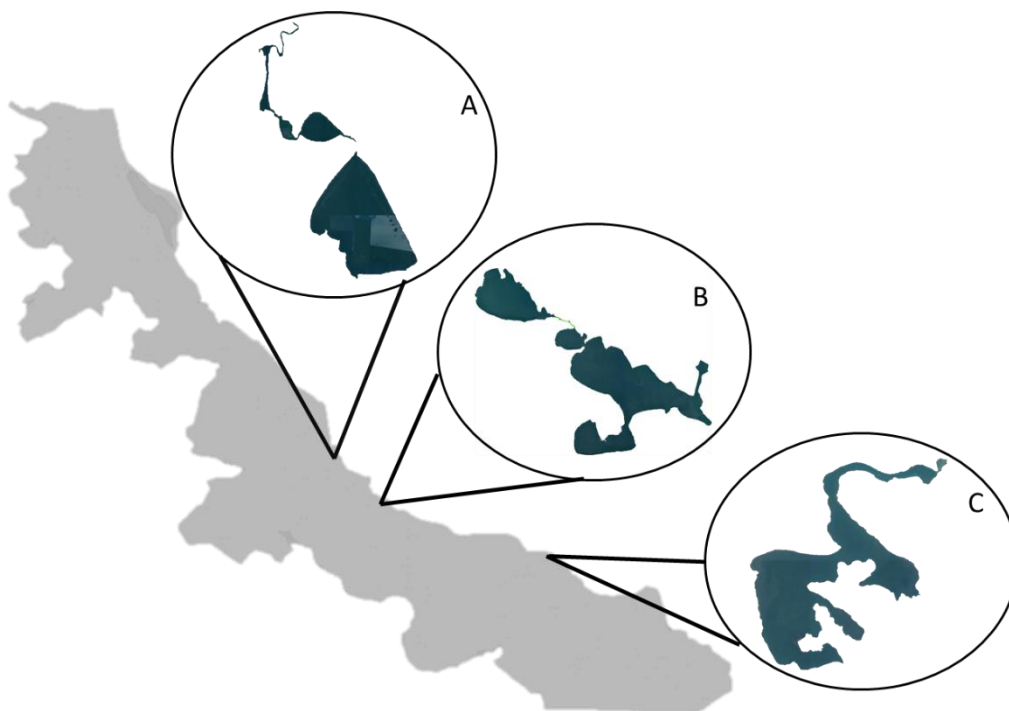
El clima en la LS es cálido, con temperatura media anual de 24 a 26 °C, la precipitación es influida por vientos húmedos provenientes del golfo de México, con 3,000 a 4,000 mm promedio de lluvia anual, la salinidad de la laguna varía de 0.03 a 32.51 ppm y es mayor en las cercanías del mar. El nivel y calidad de agua varía de 2 a 3 metros según las lluvias por la crecida de ríos que arrastran materiales y provocan erosión, deslaves, azolvamiento y alteraciones en el agua. El suelo está formado por rocas volcánicas clásticas, la laguna presenta en su fondo cenizas volcánicas provenientes de la actividad del macizo, por acarreo fluvial o por procesos eólicos de cenizas volcánicas preexistentes (Gómez, 2003).



Los tipos de suelo son acrisol (20.4%), andosol (68.4%), gleysol (5.9%), luvisol (3.5%) y regosol (1.8%) (Lara *et al.*, 2009).

El área cuenta con vegetación de selva alta perennifolia, tular y con extensión de manglar que es la vegetación dominante, integrada por tres de las seis especies de mangle presentes en México (*R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*) (Pérez *et al.*, 2014). El manglar también funciona como hábitat para un gran número de formas vegetales como musgos, líquenes, helechos, epifitas no vasculares, lianas y plantas parásitas, normalmente no es común encontrar otras plantas asociadas a los ecosistemas de manglar (Carmona *et al.*, 2004).

Algunos de los servicios ambientales que presta la LS son evitar la erosión del suelo, favorecer la regulación del clima y la captura de carbono, funciona como corredor biológico y representan un lugar de reproducción, alimentación de muchas especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas de la provincia biogeográfica de la Costa del golfo de México (Lara *et al.*, 2009).



**Figura 6.** Ubicación de las lagunas costeras de interés: A) complejo lagunar Larga – Redonda – Mandinga, B) complejo lagunar de Alvarado, C) laguna de Sontecomapan.



## Antecedentes

### **Moluscos del complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga**

Pérez y Ávila (1983), fueron quienes por primera vez trabajaron con el ostión *Crassostrea virginica* aislando enterobacterias. Dividieron el complejo lagunar en cuatro zonas y recolectaron 10 muestras al azar de cada una. Concluyeron que gracias a las características fisiológicas del ostión es que acumula en su sistema digestivo contaminantes y las especies de enterobacterias son un índice de contaminación fecal. Esto determina que el molusco en un medio contaminado representa un peligro para la salud del consumidor.

Arroyo (1986), evaluó algunos aspectos biológicos y poblacionales relacionados con la explotación del ostión *Crassostrea virginica* en el complejo lagunar de Mandinga. Realizó muestreos de diciembre de 1982 a mayo de 1984, distribuyó 20 estaciones de muestreo homogéneamente a lo largo del complejo lagunar, asignó 20 ejemplares para trabajo histológico, midió parámetros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y extrajo muestras de sedimento y plancton. Observó que las diferencias ambientales influyen en la actividad reproductiva provocando desplazamiento en la época de desove, haciendo inadecuadas las vedas establecidas.

Reguero y García-Cubas (1993), analizaron las muestras recolectadas por personal del laboratorio de Malacología en julio de 1980, (del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM) de la fauna malacológica presente en muestras de sedimento superficial húmedo de 19 localidades obtenidas mediante draga de Van Veen, para fines cualitativos realizaron dos arrastres con red biológica con boca de 300 cm<sup>2</sup> y malla de 2 cm, midieron parámetros ambientales tales como temperatura, salinidad, profundidad y transparencia del agua, bibliográficamente determinaron el tipo de nutrición y relación con el sustrato de cada familia de molusco determinada. Identificaron 32 especies de moluscos, 20 de ellos pertenecientes a la clase Gastropoda y 12 a la clase Bivalvia. Los registros efectuados de abundancia, frecuencia y densidad sugieren una comunidad dominante integrada por seis especies que agrupan al 95% de los individuos recolectados. En este sistema lagunar, la mayoría de las poblaciones de moluscos son marino-salobre, epifaunales y colectores de depósitos orgánicos.



Wakida y Mackenzie (2004), estudiaron la distribución, biología, ecología y la pesca histórica de las almejas *Rangia cuneata*, *R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana* en el oriente de México, registrando *R. flexuosa* en Mandinga Chica y Grande, las dos primeras en LS y las tres en el CLA. Resalta la importancia económica actual de estas especies, ya que muchos pescadores las cosechan como alimento y son extraídas por muchos pescadores de manera manual en sustratos blandos. Concluyeron que la pesca de *R. cuneata* es la más importante del golfo de México.

Lara *et al.* (2009), mediante el Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO) dieron a conocer un listado de fauna invertebrada y vertebrada de Mandinga, como parte del anexo 4 del estudio titulado “Caracterización del sitio de manglar Mandinga, Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica”, donde dan a conocer aspectos sobre las características físicas, socioeconómicas, importancia del sitio, características del manglar de Mandinga, en dicho anexo reconocieron 2 especies de gasterópodos: *Neritina reclivata* y *Neritina virginea*.

Guzmán *et al.* (2009), determinaron la concentración de metales en muestras de agua, sedimentos y tejido de ostras de *Crassostrea virginica* recolectados en marzo, junio y octubre de 2003 y enero y mayo de 2004. Recolectaron 15 ostras para la determinación de metales, 15 para estudios hispatológicos, 20 para estudios biométricos y 40 transportadas al laboratorio. Las concentraciones de metales (Cr, Cd y Pb) en el agua se encontraron dentro de los límites legales mexicanos; en sedimentos, los valores registrados correspondieron a los que no producen efectos biológicos, y en tejidos, las mayores concentraciones correspondieron a Pb y Cd, los niveles de metales detectados en las ostras excedieron los límites máximos permisibles.

Castán (2013), realizó un análisis ecológico de la comunidad zooplanctónica del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, durante las temporadas de secas y lluvias de 2008 y secas 2009 y 2010. Llevó a cabo muestreos sistemáticos en 20 estaciones para registrar parámetros físico-químicos. Recolectó zooplancton mediante una red cónica de 50 cm de

diámetro y 363 $\mu$ m de abertura de malla. Determinó un total de 24 taxones con dos representantes de la clase Bivalvia.

Romero (2018), realizó un estudio de atributos tafonómicos en un ambiente marino-marginal de moluscos recientes, mediante muestras de 3 puntos para posteriormente tamizar con una malla de 4 mm. Identificó cinco géneros de bivalvos: *Anadara*, *Crassostrea*, *Ischadium*, *Mulinia* y *Rangia*, así como cuatro para gasterópodos: *Bailya*, *Cerithideopsis*, *Nassarius* y *Neritina*. El análisis tafonómico mostró que la fragmentación y bioerosión presentaron un grado regular, sin embargo, la fragmentación representa un limitante para la preservación fósil.

Barreto (2019), llevó a cabo un análisis ecológico sobre la diversidad y densidad de la comunidad zoobentónica del sistema lagunar de Mandinga durante la temporada de secas 2015, realizó un muestreo estratificado en 10 estaciones sobre vegetación sumergida, principalmente en la laguna de Mandinga y la Redonda. Para la recolección de epibentos realizó arrastres con red de chinchorro de 30 m de longitud y 1.5 m de alto, con abertura de malla de 0.25 pulgadas y con una red renfro de 70 cm x 140 cm con abertura de malla de 700  $\mu$ . En su recolección de endobentos utilizó draga para aguas poco profundas. Subclasificó tres tipos de ambientes y 28 grupos distribuidos en 3 filis, un subfilo, 4 clases, 3 subclases, 2 superórdenes, 8 órdenes, 8 subórdenes, 2 infraórdenes, 14 superfamilias, 16 familias, 5 subfamilias y un tipo de larva. La comunidad malacológica fue representada por 2 familias de bivalvos y 2 de gasterópodos, con 2 y 3 especies, respectivamente.

Terán (2019) determinó la concentración de metales pesados Cb, Pb y Cu en ostiones *Crassostrea virginica* recolectados en la laguna de Mandinga en 2017. Estudió la relación entre la talla del organismo y su contenido de metales pesados, analizó la concentración de dichos metales mediante espectrofotometría de absorción atómica.

Rodríguez *et al.* (2019) realizaron el primer listado de grupos de invertebrados bentónicos de Mandinga, realizando siete recolecciones en temporadas de secas de 2008 a 2015 y una en lluvias de 2015. Los organismos endobentónicos se recolectaron con draga y



los epibentónicos con red de tipo renfro y chinchorro. El listado se conformó por un total de 43 grupos distribuidos en 8 phyla, 7 clases, 9 órdenes, 16 familias y 3 tipos de larvas. La comunidad de moluscos estuvo representada por 8 especies de gasterópodos y 3 de bivalvos. Su listado aporta información al conocimiento de la diversidad y distribución de la fauna invertebrada del sistema estudiado.

### **Moluscos del complejo lagunar de Alvarado**

García-Montes (1988), estudió la composición, distribución y estructura de las comunidades de macroinvertebrados epibentónicos del sistema lagunar de Alvarado. En 10 estaciones de muestreo, con presencia de vegetación sumergida, utilizó red de aro y con una bomba de succión mediante una manguera de 5 cm de diámetro recolectó agua, sedimento y organismos. Identificó un total de 41 especies, las cuales fueron agrupadas en 4 phyla, reconoció 5 especies de moluscos. Los valores más altos de riqueza y abundancia pertenecieron a crustáceos.

Reguero y García-Cubas (1989), realizaron un análisis de la estructura de la comunidad malacológica de la laguna de Alvarado, que fue recolectada en 1980, establecieron 20 estaciones de muestreo, extrajeron un volumen de 5 litros de sedimento superficial húmedo por medio de draga Van Veen y para fines cualitativos, efectuaron 6 arrastres mediante red biológica con boca de 300 cm<sup>2</sup> y malla de 2 cm. La lista sistemática estuvo compuesta por 23 especies de las clases Gastropoda y Bivalvia destacando por su valor e importancia a *Rangia flexuosa*, *Neritina reclinata*, *Mulina lateralis* y *Littoridina sphinctostoma*. Predominaron los gasterópodos de hábitos epifaunales y herbívoro-raspadores, y bivalvos con nutrición suspensívora.

López (2002), estudió los invertebrados asociados al sistema radicular del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en la época de lluvias del año 2001, en el sistema lagunar de Alvarado. Asignó 12 estaciones de muestreo a las orillas de la laguna y recolectó de manera manual muestras de lirio. Encontró un total de 79 especies, siendo los crustáceos el grupo más numeroso, con 38 especies, seguido por los ácaros con 14, moluscos con 11 especies, e insectos, nemátodos, nemertinos, anélidos y platelmintos con el resto. Concluyó que la



presencia del lirio determina la ubicación de los organismos y este representa un hábitat importante para el desarrollo de diversas especies.

Ramírez (2002), realizó un estudio de invertebrados asociados al sistema radicular del lirio (*Eichhornia crassipes*) en temporada de nortes (octubre 2000 - marzo 2001), ubicó 12 estaciones en las que extrajo tres organismos de *E. crassipes* y separó el sistema radicular, desechando el resto de la planta. Contabilizó un total de 72 especies distribuidas en diversos grupos (crustáceos, quelicerados, moluscos, anélidos, nemátodos y nemerteos). No encontró correlación entre abundancia y el volumen radicular, concluyó que el sistema radicular de *E. crassipes* funciona como un dispersor para diversas especies de invertebrados.

Flores (2003), llevó a cabo un estudio de invertebrados asociados a las raíces de *E. crassipes* en los periodos de secas 2001-2002 en la laguna de Alvarado. Ubicó 12 estaciones y tomó muestras de lirio separando la raíz. Encontró un total de 77 especies, de las cuales 23 fueron de origen dulceacuícola y 31 de origen estuarino. Concluyó que los organismos con densidades más altas fueron de origen estuarino.

Rocha (2007), estudió la distribución y abundancia de invertebrados asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* en el sistema lagunar de Alvarado. Entre julio del 2000 y junio del 2002, tomó muestras mensuales de 12 localidades, recolectó 5 lirios mediante cuadrantes de 50 x 50 cm y capturó el agua debajo de las plantas, que posteriormente filtró con malla de 250  $\mu$ m. Registró 96 taxones, entre los cuales especies de los géneros *Neritina*, *Rangia*, *Ischadium* y *Brachidontes* figuran en su lista. Concluyó que el sistema radicular de *E. crassipes* representa un hábitat que funciona como un medio de transporte pasivo y de dispersión para la riqueza de invertebrados.

Ramírez (2007), llevó a cabo un estudio sobre la estructura y las relaciones ecológicas de invertebrados asociados a praderas de pasto marino (*Ruppia maritima*) en el sistema lagunar de Alvarado. En 6 estaciones de muestreo utilizó un nucleador de 100 cm de altura por 50 cm de diámetro y registró un total de 56 taxones, de los cuales reconoció 6 especies

de gasterópodos y 8 de bivalvos. El grupo mejor representado fue el de los peracáridos y documentó una nueva especie de isópodo del género *Munna* para la región.

Montiel (2016), analizó 16 hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en tejido blando de moluscos bivalvos de los géneros *Crassostrea*, *Rangia* y *Polymesoda* que fueron recolectados de manera manual en la laguna de Alvarado, en marzo de 2015. La mayoría de los organismos estudiados presentaron concentraciones que sobrepasaron los límites máximos recomendados por la Unión Europea (UE) contenidos en moluscos para el consumo humano, lo que representa un riesgo, ya que estos organismos se encuentran en la cultura del consumo.

### **Moluscos de la laguna de Sontecomapan**

Chinolla (1984), contribuyó al conocimiento de la macrofauna bentónica intermareal en Sontecomapan. Realizó muestreos mensuales de abril a septiembre de 1983. Identificó 3 zonas y mediante cuadrantes de 25 x 25 cm capturó un total de 2,382 organismos, determinando 26 especies distribuidas en 17 familias y 26 géneros, incluida una especie de gasterópodo y bivalvo. Concluyó que dos de sus áreas de muestreo cercanas a la desembocadura del mar determinan un cambio a la estructura de las comunidades bentónicas en comparación con su tercer sitio de muestreo en una zona estuarina, donde la abundancia de la fauna bentónica fue mayor y la distribución faunística está determinada por la abundancia de materia organica.

González-Fierro *et al.* (1994), evaluaron la presencia de metales en sedimento y organismos de la laguna de Sontecomapan recolectados mediante draga de Van Veen en 10 estaciones de muestreo. Dieron a conocer los niveles de algunos metales (Cu, Co, Cr, Ni, Zn, Cd y Pb) en organismos bentónicos durante el periodo de 1991-1992. Los metales con mayor concentración como el níquel, cromo, zinc y cobre estuvieron presentes en *Crassostrea rizophorae* y *Brachidontes exustus*.

García-Cubas y Reguero (1995), analizaron las muestras recolectadas en 1980. En 26 estaciones de muestreo y mediante draga Van Veen extrajeron muestras de sedimento areno-



arcilloso superficial húmedo, que posteriormente tamizaron *in situ* con abertura de malla de 1.5 mm y para fines cualitativos realizaron 8 arrastres con red biológica con boca de 300 cm<sup>2</sup> y malla de 2 cm. La lista sistemática estuvo compuesta por 40 especies de bivalvos y 20 especies de gasterópodos. La mayoría de los moluscos identificados fueron de origen marino, los gasterópodos fueron preferentemente epifaunales y herbívoros raspadores, mientras que, los bivalvos fueron infaunales y suspensívoros.

Lara *et al.* (2009), mediante el Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO), dieron a conocer un listado de fauna invertebrada y vertebrada de Sontecomapan, como parte del anexo 4 del trabajo titulado “Caracterización del sitio de manglar Sontecomapan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)”, donde se reconocieron 6 especies de gasterópodos: *Ampullaria belizensis*, *Melongena melongena*, *Neritina reclinata*, *N. virginea*, *Pleuroploca gigantea* y *Pomacea flagellata*.

Mingüer (2016), realizó un estudio estacional de la comunidad de invertebrados asociados a raíces de mangle rojo (*R. mangle*). En 3 sitios de muestreo seleccionó 3 ramas al azar y extrajo los organismos adheridos. Enlistó diversos phyla, como Annelida, Arthropoda y Mollusca, con un total de 9 especies de moluscos distribuidos en 2 clases, 7 órdenes, 7 familias y 9 géneros.

## Justificación

Se han elaborado diversos trabajos desde 1983 que se han enfocado al análisis de la malacofauna de los complejos lagunares de Mandinga, Alvarado y la laguna de Sontecomapan. No obstante, no se ha realizado un trabajo integral que recopile y documente exhaustivamente todas las especies reconocidas por los distintos autores que han contribuido al enriquecimiento del conocimiento malacológico de las zonas antes mencionadas. La sistemática del grupo no se ha mantenido estable, resultando en una reevaluación taxonómica en la nomenclatura de numerosas especies, lo que produce un cambio en sus denominaciones científicas. Es por este motivo que es necesario compilar y generar una nueva lista malacológica taxonómicamente actualizada, y proporcionar información adicional sobre



aspectos ecológicos e interacciones con el medio de las clases Gastropoda y Bivalvia que habitan estas lagunas costeras del estado de Veracruz.

### **Objetivo general**

Contribuir a la actualización taxonómica y conocimiento malacológico mediante compilación de datos históricos del complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga, Complejo lagunar de Alvarado y Laguna de Sontecomapan, Veracruz, México.

### **Objetivos particulares**

- Identificar la riqueza de la malacofauna documentada en cada una de las lagunas de interés, y determinar el tipo de fuente en el que se documentaron los registros malacológicos por los diversos autores.
- Realizar un listado de las especies de gasterópodos y bivalvos registradas hasta febrero del 2023, del complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga, complejo lagunar de Alvarado y la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México.
- Evaluar la validez taxonómica en diferentes niveles jerárquicos registrados en estudios anteriores y en caso de ser necesario actualizarlos con los nombres válidos correspondientes.
- Conocer la acumulación de especies registradas a través de los años para evaluar cómo ha avanzado el conocimiento sobre la diversidad de estos grupos en el área.
- Determinar la similitud de la composición, riqueza específica y la diversidad taxonómica de la comunidad malacológica entre las tres lagunas.
- Conocer mediante la literatura los hábitos de salinidad, alimentación, posición bentónica y preferencia de sustrato de las especies registradas por diversos autores en los sitios de interés.

### **Hipótesis**

- La riqueza de especies de gasterópodos y bivalvos en Mandinga, Alvarado y Sontecomapan se ha incrementado a través de los años.





- Los cambios nomenclaturales en los grupos de moluscos en cuestión pueden tener un impacto significativo en la actualización de registros y evaluación de diversidad y distribución de las especies.
- Las tres lagunas costeras comparten un alto número de especies de gasterópodos y bivalvos debido a su proximidad geográfica y ambientes similares.

## **Materiales y Método**

### **Obtención de fuentes bibliográficas**

Se realizó una extensa búsqueda bibliográfica en plataformas como TESIUNAM en el sitio web: <https://tesiunam.dgb.unam.mx>, en buscadores de artículos científicos como Google Académico en el sitio web: <https://scholar.google.com>, ResearchGate en el sitio web: <https://www.researchgate.net> y SciELO en el sitio web: <https://scielo.org>, utilizando palabras clave como “ moluscos”, “gasterópodo”, “bivalvo”, “invertebrado”, “Veracruz”, “laguna de Mandinga”, “laguna de Alvarado” y “laguna de Sontecomapan” en idioma español, en inglés las búsquedas de palabras clave fueron “Mollusks”, “grastropod”, “bivalvia”, “invertebrate”, “lagoon of Mandinga”, “lagoon of Alvarado” y “lagoon of Sontecomapan” para encontrar estudios relacionados con la fauna malacológica del complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga, complejo lagunar de Alvarado y laguna de Sontecomapan.

### **Compilación y actualización taxonómica**

El listado taxonómico se organizó en dos tablas, en clase Gastropoda y en clase Bivalvia, cada tabla se dividió en dos secciones, sección uno: especies reportadas donde se ordenó por orden, familia y especie, organizados por orden alfabético, así como la fuente de donde se registró dicha especie y sección dos: especies verificadas en bases de datos digitales como World Register of Marine Species en el sitio: <http://www.marinespecies.org> y MolluscaBase en el sitio: <https://www.molluscabase.org> donde se hizo una búsqueda de cada especie tal cual fue documentada en los trabajos publicados por diferentes autores y se corroboró que cada nivel taxonómico y nombre de cada especie continuasen siendo válidos. En caso necesario se capturaron las actualizaciones taxonómicas disponibles. Posteriormente se realizó una curva de acumulación de especies con los registros que se fueron recabando a

través de los años por los diversos autores para cada laguna. Se identificaron las especies nativas locales y las especies compartidas entre 2 o las 3 lagunas.

### **Índices de similitud y diversidad taxonómica**

Con datos de presencia/ausencia que se tomaron de los registros de diferentes autores se construyó una matriz con la que se calcularon índices de similitud, tales como el propuesto por Jaccard, en el que un valor igual a 1 representa una similitud totalmente idéntica, mientras que un resultado igual a 0 indica una total diferencia entre el par de sitios.

$$(IJ = \frac{C}{A+B+C})$$

Donde A = especies exclusivas del sitio A

Donde B = especies exclusivas del sitio B

Donde C = especies compartidas entre sitio A y B

Y el índice de similitud de Sorensen indica que la similitud de dos sitios es exactamente igual si el resultado es igual a 100 o totalmente diferente si resulta cero.

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

Donde A = todas las especies del sitio A

Donde B = todas las especies del sitio B

Donde C = especies compartidas entre sitio A y B

Se utilizaron ambos índices de similitud con la finalidad de comparar resultados, logrando así una comprensión más completa de la malacofauna en los sitios de estudio y a su vez proporcionar mayor robustez a los hallazgos, ya que el índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada sitio, mientras que el índice propuesto por Sorensen, relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios (Álvarez *et al.*, 2004). Con el propósito de obtener mejor entendimiento de la similitud de la comunidad malacológica entre las lagunas de interés, se trabajó en el software GraphPad Prism 9 para generar dos matrices de distancia basadas en los índices previamente indicados.

Se identificó la diversidad taxonómica promedio o delta ( $\Delta^+$ ) y la variación de la distinción Taxonómica ( $\lambda^+$ ). Los niveles taxonómicos usados fueron Phylum, clase, orden, familia, género y especie. El índice de distinción taxonómica promedio o delta más, es un indicador cualitativo que sólo considera presencia/ausencia de las especies, se calcula sumando la longitud de las rutas a través del árbol taxonómico conectando todos los pares de especies en una lista y dividido por el número de rutas (Palacios, 2011), se define por la siguiente ecuación matemática.

$$\Delta^+ = 2 \frac{\sum \sum_{i \neq j} \omega_{ij}}{s(s-1)}$$

Donde S = número de especies en la muestra.

Donde  $\omega_{ij}$  = el peso distintivo o distancia taxonómica entre especies i y j a través de un árbol taxonómico, cada nivel taxonómico recibe un valor 1 al 6 desde especie a phylum.

La variación de la distinción taxonómica o lambda más es basada en la equidad de la distribución del nivel taxonómico, siendo la varianza de  $\Delta^+$  y es una medida de la asimetría del árbol taxonómico (Palacios, 2011).

$$\lambda^+ = 2 \frac{\sum \sum_{i \neq j} (\omega_{ij} - \varpi)^2}{S(S-1)}$$

Donde  $\varpi = \Delta^+$

Estos índices derivan de la matriz de avistamientos de las especies en las 3 lagunas y de la matriz taxonómica ordenada jerárquicamente (de especie a phylum). Con el software Primer V7 se desarrolló el procedimiento TAXDTEST que contrasta los índices ( $\Delta^+$  y  $\lambda^+$ ) obtenidos con la lista completa de especies en las 3 lagunas.

### **Aspectos ecológicos**

Se recogió información sobre el ambiente (marino, salobre a marino, salobre, dulce, dulce a salobre), el hábito alimenticio (carnívoro, carroñero, herbívoro, materia orgánica depositada,

micrófago, parásito, suspensívoro o filtrador saprófago), el hábito bentónico (epifaunal, infaunal, seminfaunal o de hábito terrestre) y el tipo de sustrato (arena, fango, vegetación sumergida, ostras, objetos duros, mangle o sustrato blando) según lo documentado en la bibliografía para conocer la afinidad de dichos hábitos de las comunidades malacológicas por cada laguna.

### **Apéndices y consideraciones**

Finalmente, se organizó una sección de cuatro apéndices. En el primero, se registraron las especies tal como fueron documentadas por los autores consultados y en caso de ser especificado el número de recolecciones para cada especie. En el segundo apéndice, presentó la matriz de presencia-ausencia utilizada para calcular los índices anteriormente mencionados. En el tercer apéndice, se registraron los pesos y cálculos asignados por el Software Primer V7 y en el último apéndice, se enlistaron las especies de gasterópodos y bivalvos documentados en lagunas del golfo de México, tales como: laguna Madre, laguna de Tamiahua, laguna de Carmen y Machona y laguna de Términos.

Se tomaron en cuenta las recomendaciones y consideraciones mencionadas por Haddaway *et al.*, (2020), en las que mencionan el sesgo por método o estrategia de búsqueda; por tal motivo, la consideración fue tomar en cuenta la presencia documentada de alguna especie de interés para este trabajo, sin prestar vital importancia al objetivo, método de recolección o muestreo de cada autor que reportó especies en los sitios de interés. Se consultaron a expertos en el tema en las fases finales de este trabajo de tesis para obtener retroalimentación en el manejo de datos y evitar inconsistencia de estos mismos.

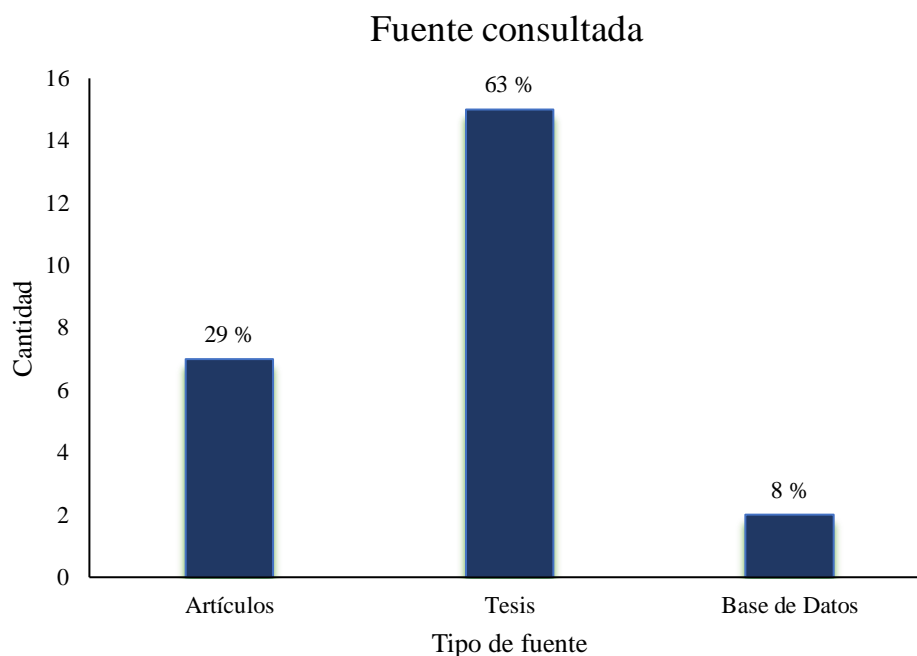
## **Resultados**

### **Riqueza y obtención de especies**

Se consultó un total de 23 fuentes: 7 artículos, 14 tesis y 2 bases de datos (Figura 7). Se encontró un total de 102 registros de gasterópodos entre las tres lagunas; se documentaron 23 especies en 33 registros entre 5 autores para el CLLRM; 19 especies, en 40 registros, entre 7 autores, para el CLA; y 24 especies, en 29 registros, entre 5 autores, para la LS. Para los

bivalvos, se encontró un total de 122 registros entre las tres lagunas estudiadas en este trabajo; se contaron 14 especies, en 31 registros, entre 11 autores, para el CLLRM; 11 especies, en 39 registros, entre 9 autores, para el CLA; y 44 especies, en 52 registros, entre 5 autores, para la LS.

Se obtuvo un total de 94 especies diferentes entre las 3 lagunas distribuidas en 2 clases, 16 órdenes, 54 familias y 83 géneros; el registro en el CLLRM está distribuido en 2 clases, 10 órdenes, 21 familias, 32 géneros y 37 especies; el CLA registró 2 clases, 11 órdenes, 21 familias, 26 géneros y 30 especies diferentes; y los registros documentados de LS se distribuyeron en 2 clases, 17 órdenes, 30 familias, 61 géneros y 68 especies diferentes.



**Figura 7.** El 63% de tesis corresponde a 15 documentos, 29% con 7 artículos y 8% a 2 bases de datos consultadas de CONABIO.

### Actualización taxonómica de especies

La validez de los nombres científicos de especies de gasterópodos y bivalvos registrados en las tres lagunas fueron sometidos a la búsqueda en base de datos digital, obteniendo los siguientes resultados para gasterópodos (Tabla 1) y bivalvos (Tabla 2).

**Tabla 1.** Taxones de gasterópodos corroborados en WoRMS y MolluscaBASE para el CLLRM, CLA y LS. Los órdenes, familias y especies que son incluidos tanto en la columna de “Especies reportadas” como en la columna de “Especies verificadas” pasaron por cambios taxonómicos y/o nomenclaturales señalados en letras negritas.

Nivel jerárquico en base de datos virtual como \*Superorden y #Sinonimia.

Especies reportadas				Especies verificadas		
Orden	Familia	Especie	Fuente	Orden	Familia	Especie
Archaeogastropoda	Neritidae	<i>Neritina reclivata</i>	4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16 y 19	Cycloneritida	Neritidae	<i>Vitta usnea</i>
		<i>Smaragdia viridis</i>	6			<i>Smaragdia viridis</i>
		<i>Neritina virginea</i>	2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 21, 22 y 23			<i>Vitta virginea</i>
Architaenioglossa	Ampullariidae	<b>Ampullaria belizensis</b>	15	Architaenioglossa	Ampullariidae	<b><i>Pomacea flagellata</i></b>
Caenogastropoda	Potamididae	<i>Cerithideopsis costata</i>	20	Caenogastropoda	Potamididae	<i>Cerithideopsis costata</i>
		<i>Cerithideopsis scalariformis</i>	20			<i>Cerithideopsis scalariformis</i>
Cephalaspidea	<b>Acteocinidae</b>	<i>Acteocina canaliculata</i>	5, 6 y 8	Cephalaspidea	<b>Tornatinidae</b>	<i>Acteocina canaliculata</i>
	<b>Atydae</b>	<i>Haminoea succinea</i>	8		<b>Haminoeidae</b>	<i>Haminoea succinea</i>
	Bullidae	<b><i>Bulla striata</i></b>	8		Bullidae	<b><i>Bulla occidentalis</i></b>
<b>Entomotaeniata</b>	Pyramidellidae	<b><i>Pyramidella fusca</i></b>	6	<b>Pylopulmonata*</b>	Pyramidellidae	<b><i>Sayella fusca</i></b>
<b>Inasignado</b>	Physidae	<i>Physella sp.</i>	10 y 11	<b>Hygrophila*</b>	Physidae	<i>Physella sp.</i>
	Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>	10 y 11		Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>
		<i>Laevapex sp.</i>	10 y 11			<i>Laevapex sp.</i>
Limnophila	Lymnaeidae	<b><i>Fossaria sp.</i></b>	10 y 13	Limnophila	Lymnaeidae	<b><i>Galba sp.</i></b>
Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littorina angulifera</i>	19	Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littoraria angulifera</i>
<b>Mesogastropoda</b>	Architectonidae	<i>Heliacus bisulcata</i> <sup>#</sup>	6	<b>Inasignado</b>	Architectonidae	<i>Heliacus bisulcatus</i>
	Caecidae	<i>Caecum pulchellum</i>	8	<b>Littorinimorpha</b>	Caecidae	<i>Caecum pulchellum</i>
	Calyptraeidae	<i>Crepidula plana</i>	8		Calyptraeidae	<i>Crepidula plana</i>
	<b>Cerithiidae</b>	<b><i>Cerithiopsis emersonii</i></b>	5		<b>Newtoniellidae</b>	<b><i>Retilaskeya emersonii</i></b>
		<b><i>Diastoma varium</i></b>	6 y 8	<b>Caenogastropoda</b>	Cerithiidae	<b><i>Bittium varium</i></b>
		<i>Seila adamsi</i>	4		Cerithiopsidae	<i>Seila adamsii</i>
	Cyclostrellidae	<i>Cyclostremella humilis</i>	6	<b>Pylopulmonata*</b>	Pyramidellidae	<i>Cyclostremella humilis</i>

Especies reportadas				Especies verificadas			
Orden	Familia	Especie	Fuente	Orden	Familia	Especie	
	Hydrobiidae	<i>Hydrobia totteni</i>	5, 6 y 13	Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Ecrobia truncata</i>	
		<i>Littoridina sphinctostoma</i>	5, 6, 8 y 13			<i>Texadina sphinctostoma</i>	
		<i>Pyrgophorus sp.</i>	10 y 11		Cochliopidae	<i>Pyrgophorus sp.</i>	
		<i>Pyrgophorus spinosus</i>	5			<i>Pyrgophorus spinosus</i>	
	Naticidae	<i>Polinices duplicatus</i>	8		Naticidae	<i>Neverita duplicata</i>	
	<b>Pilidae</b>	<i>Pomacea flagellata</i>	5 y 15		<b>Architaenioglossa</b>	<b>Ampullariidae</b>	<i>Pomacea flagellata</i>
	Potamididae	<i>Cerithidea pliculosa</i>	5, 6 y 8		<b>Caenogastropoda</b>	Potamididae	<i>Cerithideopsis pliculosa</i>
	<b>Rissoidae</b>	<i>Cingula floridanus</i>	5 y 6		Littorinimorpha	<b>Elaschisinidae</b>	<i>Elaschisina floridana</i>
	Truncatellidae	<i>Truncatella pulchella</i>	8			Truncatellidae	<i>Truncatella pulchella</i>
	<b>Vitrinellidae</b>	<i>Cyclostremiscus jaeneae</i>	6				<i>Cyclostremiscus jaeneae</i>
<i>Cyclostremiscus suppressus</i>		6	<b>Tornidae</b>	<i>Cyclostremiscus suppressus</i>			
	<i>Teinostoma biscaynense</i>	6		<i>Teinostoma biscaynense</i>			
Neogastropoda	<b>Buccinacea</b>	<i>Phos candei</i>	6 y 8	Neogastropoda	<b>Nassariidae</b>	<i>Antillophos candeanus</i>	
	Columbellidae	<i>Anachis avara</i>	8			<i>Costoanachis avara</i>	
		<i>Anachis lafresnayi</i>	8		Collumbellidae	<i>Cotonopsis lafresnayi</i>	
		<i>Mitrella lunata</i>	8			<i>Astyris lunata</i>	
	Fascioliariidae	<i>Pleuroploca gigantea</i>	15		Fascioliariidae	<i>Triplofusus giganteus</i>	
	Melongenidae	<i>Melongena melongena</i>	15		Melongenidae	<i>Melongena melongena</i>	
	Nassariidae	<i>Nassarius acutus</i>	5, 6, 8, 13 y 21			<i>Nassarius acutus</i>	
		<i>Nassarius vibex</i>	8		Nassariidae	<i>Phrontis vibex</i>	
	Olividae	<i>Olivella minuta</i>	8		Olividae	<i>Olivella minuta</i>	
	Pisaniidae	<i>Bailya parva</i>	21		Pisaniidae	<i>Bailya parva</i>	
<b>Turridae</b>	<i>Pyrgocythara plicosa</i>	6	<b>Mangeliidae</b>	<i>Pyrgocythara plicosa</i>			
<b>Pyramidelloida</b>	Pyramidellidae	<i>Odostomia impressa</i>	5, 6 y 8	<b>Pylopulmonata*</b>	Pyramidellidae	<i>Boonea impressa</i>	
		<i>Odostomia weberi</i>	5 y 6			<i>Eulimastoma weberi</i>	

Pérez y Ávila (1983)<sup>1</sup>, Chinolla (1984)<sup>2</sup>, Arroyo (1986)<sup>3</sup>, García – Montes (1988)<sup>4</sup>, Reguero y García-Cubas (1989)<sup>5</sup>, Reguero y García-Cubas (1993)<sup>6</sup>, González-Fierro, *et al.* (1994)<sup>7</sup>, García-Cubas y Reguero (1995)<sup>8</sup>, López (2002)<sup>9</sup>, Ramírez (2002)<sup>10</sup>, Flores (2003)<sup>11</sup>, Wakida y Mackenzie (2004)<sup>12</sup>, Ramírez (2007)<sup>13</sup>, Rocha (2007)<sup>14</sup>, CONABIO (2008)<sup>15</sup>, CONABIO (2008)<sup>16</sup>, Guzmán (2009)<sup>17</sup>, Castán (2013)<sup>18</sup>, Mingüer (2016)<sup>19</sup>, Montiel (2016)<sup>20</sup>, Romero (2018)<sup>21</sup>, Barreto (2019)<sup>22</sup>, Rodríguez *et al.* (2019)<sup>23</sup> y Terán (2019)<sup>24</sup>.



**Tabla 2.** Taxones de bivalvos corroborados en WoRMS y MolluscaBASE para el CLLRM, CLA y LS. Los órdenes, familias y especies que son incluidos tanto en la columna de “Especies reportadas” como en la columna de “Especies verificadas” pasaron por cambios taxonómicos y/o nomenclaturales señalados en letras negritas.

Especies reportadas				Especies verificadas		
Orden	Familia	Especie	Fuente	Orden	Familia	Especie
Arcoida	Arcidae	<i>Anadara floridana</i>	8	Arcida	Arcidae	<i>Anadara secticostata</i>
		<i>Anadara ovalis</i>	8			<i>Lunarca ovalis</i>
		<i>Anadara transversa</i>	8 y 21			<i>Anadara transversa</i>
Myoida	Corbulidae	<i>Corbula contracta</i>	8	Myida	Corbulidae	<i>Caryocorbula contracta</i>
		<i>Corbula dietziana</i>	8			<i>Corbula dietziana</i>
		<i>Corbula swiftiana</i>	8			<i>Caryocorbula swiftiana</i>
	Myidae	<i>Sphenia antillensis</i>	8		Myidae	<i>Sphenia fragilis</i>
	Pholadidae	<i>Martesia striata</i>	8		Pholadidae	<i>Martesia striata</i>
	Teredinidae	<i>Bankia fimbriatula</i>	19		Teredinidae	<i>Bankia fimbriatula</i>
<i>Neoteredo reynei</i>		19	<i>Neoteredo reynei</i>			
Mytiloida	Mytilidae	<i>Brachidontes exustus</i>	5, 6, 7, 8, 11, 13, 14 19, 22 y 21	Mytilida	Mytilidae	<i>Brachidontes exustus</i>
		<i>Brachidontes recurvus</i>	7 y 18			<i>Ischadium recurvum</i>
		<i>Ischadium recurvum</i>	5, 6, 10, 11, 13, 14, 19 y 21			<i>Ischadium recurvum</i>
		<i>Musculus lateralis</i>	8			<i>Musculus lateralis</i>
		<i>Mytilus edulis</i>	4, 9 y 10			<i>Mytilus edulis</i>
Nuculanida	Nuculanidae	<i>Nuculana acuta</i>	8	Nuculanida	Nuculanidae	<i>Nuculana acuta</i>
Ostreida	Ostreidae	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	5, 7, 19 y 20	Ostreida	Ostreidae	<i>Crassostrea rhizophorae</i>
		<i>Crassostrea virginica</i>	1, 3, 5, 7, 13, 18, 20, 21, 22, 23 y 24			<i>Crassostrea virginica</i>
	Pinnidae	<i>Atrina seminuda</i>	8		Pinnidae	<i>Atrina seminuda</i>
Pteroidea	Isognomonidae	<i>Isognomon alatus</i>	8 y 19	Pectinida	Isognomonidae	<i>Isognomon alatus</i>
		<i>Isognomon bicolor</i>	8			<i>Isognomon bicolor</i>
	Anomiidae	<i>Anomia simplex</i>	8		Anomiidae	<i>Anomia simplex</i>
Veneroida	Cardiidae	<i>Trachycardium muricatum</i>	6 y 8	Cardiida	Cardiidae	<i>Dallocardia muricata</i>





**Especies reportadas**

**Especies verificadas**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Fuente</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
	<b>Corbiculidae</b>	<i>Polymesoda caroliniana</i>	5, 12, 13 y 20	<b>Venerida</b>	<b>Cyrenidae</b>	<i>Polymesoda caroliniana</i>
	Donacidae	<i>Donax roemeri</i>	2	<b>Cardiida</b>	Donacidae	<i>Donax variabilis</i>
		<i>Donax variabilis</i>	8			<i>Donax variabilis</i>
	Dreissenidae	<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	5, 6, 8, 13 y 19	<b>Myida</b>	Dreissenidae	<i>Mytilopsis leucophaeata</i>
	Lucinidae	<i>Lucina multineata</i>	8	<b>Lucinida</b>	Lucinidae	<i>Parvilucina crenella</i>
		<i>Lucina pectinata</i>	8			<i>Phacoides pectinatus</i>
	Mactridae	<i>Mulinia lateralis</i>	5, 6, 8, 13 y 21	<b>Venerida</b>	Mactridae	<i>Mulinia lateralis</i>
		<i>Rangia cuneata</i>	4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20 y 21			<i>Rangia cuneata</i>
		<i>Rangia flexuosa</i>	5, 6, 8, 12, 20 y 21			<i>Rangia flexuosa</i>
	<b>Montaculidae</b>	<i>Mysella planulata</i>	8	<b>Galeommatida</b>	<b>Lasaeidae</b>	<i>Kurtiella planulata</i>
	Semelidae	<i>Abra aequalis</i>	8		Semelidae	<i>Abra aequalis</i>
		<i>Abra lioica</i>	8			<i>Abra lioica</i>
		<i>Semele proficua</i>	8			<i>Semele proficua</i>
	Solecurtidae	<i>Tagelus divisus</i>	6 y 8		Solecurtidae	<i>Tagelus divisus</i>
		<i>Tagelus plebeius</i>	5, 6, 8 y 13			<i>Tagelus plebeius</i>
	Tellinidae	<i>Macoma brevifrons</i>	8	<b>Cardiida</b>	Tellinidae	<i>Psammotreta brevifrons</i>
		<i>Macoma constricta</i>	8			<i>Austromacoma constricta</i>
		<i>Macoma tageliformis</i>	8			<i>Macoploma tageliformis</i>
		<i>Macoma tenta</i>	6 y 8			<i>Macoploma tenta</i>
		<i>Tellina alternata</i>	6 y 8			<i>Eurytellina alternata</i>
	Ungulinidae	<i>Tellina laevigata</i>	6		Ungulinidae	<i>Laciolina laevigata</i>
		<i>Diplodonta punctata</i>	8			<i>Diplodonta punctata</i>
		<i>Chione cancellata</i>	8			<i>Chione cancellata</i>
	Veneridae	<i>Chione grus</i>	8	<b>Venerida</b>	Veneridae	<i>Chioneryx grus</i>
		<i>Chione paphia</i>	8			<i>Lirophora paphia</i>
		<i>Cyclinella tenuis</i>	8			<i>Cyclinella tenuis</i>
		<i>Mercenaria campechiensis</i>	8			<i>Mercenaria campechiensis</i>



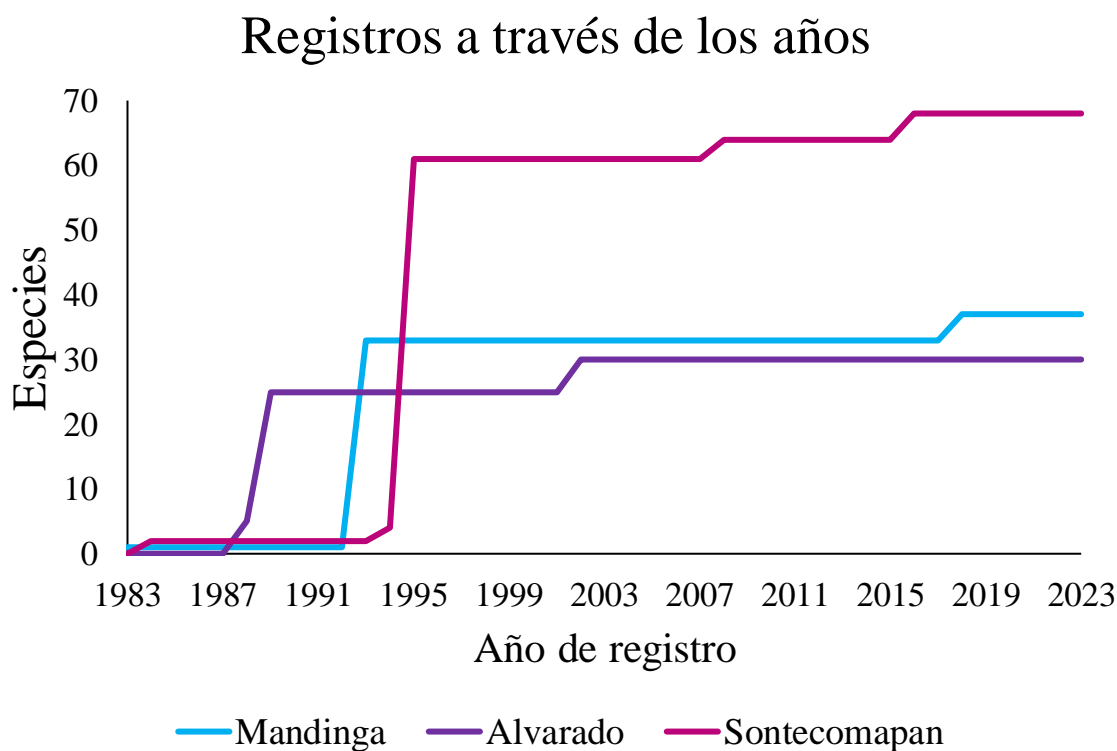
Pérez y Ávila (1983)<sup>1</sup>, Chinolla (1984)<sup>2</sup>, Arroyo (1986)<sup>3</sup>, García – Montes (1988)<sup>4</sup>, Reguero y García-Cubas (1989)<sup>5</sup>, Reguero y García-Cubas (1993)<sup>6</sup>, González-Fierro, *et al.* (1994)<sup>7</sup>, García-Cubas y Reguero (1995)<sup>8</sup>, López (2002)<sup>9</sup>, Ramírez (2002)<sup>10</sup>, Flores (2003)<sup>11</sup>, Wakida y Mackenzie (2004)<sup>12</sup>, Ramírez (2007)<sup>13</sup>, Rocha (2007)<sup>14</sup>, CONABIO (2008)<sup>15</sup>, CONABIO (2008)<sup>16</sup>, Guzmán (2009)<sup>17</sup>, Castán (2013)<sup>18</sup>, Mingüer (2016)<sup>19</sup>, Montiel (2016)<sup>20</sup>, Romero (2018)<sup>21</sup>, Barreto (2019)<sup>22</sup>, Rodríguez *et al.* (2019)<sup>23</sup> y Terán (2019)<sup>24</sup>.



Se encontraron numerosas modificaciones según el contraste realizado con los documentos históricos y las páginas web consultadas. Los cambios se resumen para la clase Gastropoda, a nivel de orden, en 18 (en taxones enlistados con superorden se cuentan 6 y un inasignado), a nivel familia, con 14 y a nivel de especie, con 21 modificaciones de 47 registros; para la clase Bivalvia a nivel de orden son 47, 2 a nivel familia y 19 a nivel de especie de un total de 50 registros, todos esos cambios se indican en negritas. Las especies y registros recabados en los diferentes estudios por cada laguna se agrupan en el Apéndice a.

### Curva de acumulación

Tras evaluar la cantidad de especies registradas, se elaboraron curvas de acumulación de especies de las diversas lagunas, en las que se aprecia la curva con pendiente positiva a lo largo de los años; sin embargo, esta no es muy prolongada ya que se han realizado pocos estudios de estos organismos después de los trabajos de García-Cubas y Reguero (1989, 1993, 1995) (Figura 8).



**Figura 8.** Curva de acumulación comparando el diferente número de especies registradas a través de los años en las lagunas de Alvarado, Mandinga y Sontecomapan.

Después de los listados taxonómicos publicados hasta García-Cubas y Reguero (1989, 1993 y 1995), el número de especies registradas incrementó de 32 a 37 en el CLLRM, de 23 a 30 en el CLA, de 60 a 68 en LS.

### Especies compartidas

Se identificaron las especies exclusivas de cada laguna, así como aquellas que se comparten entre lagunas (Tabla 3 y 4), se registraron 13 especies de gasterópodos y 14 especies de bivalvos con presencia en más de una laguna. El diagrama de Venn ilustra la cantidad de especies registradas por laguna estudiada e indica el número de especies que se comparten entre sitios especificando cuantas corresponden a gasterópodos y a bivalvos, así como también se indica el número de especies nativas locales para cada laguna (Figura 9).

**Tabla 3.** Especies de gasterópodos compartidas entre las 3 lagunas: Sontecomapan (LS), Mandinga (CLLRM) y Alvarado (CLA). Bajo el nombre revisado en base de datos WoRMS y Molluscabase por los diversos autores. El carácter ✓ indica presencia mientras que ✗ indica ausencia.

<b>Especie</b>	<b>Sontecomapan</b>	<b>Mandinga</b>	<b>Alvarado</b>
<i>Acteocina canaliculata</i> <sup>5, 6 y 8</sup>	✓	✓	✓
<i>Cerithidepsis pliculosa</i> <sup>5, 6 y 8</sup>	✓	✓	✓
<i>Texadina sphinctostoma</i> <sup>5, 6, 8 y 13</sup>	✓	✓	✓
<i>Nassarius acutus</i> <sup>5, 6, 8, 13 y 21</sup>	✓	✓	✓
<i>Vitta usnea</i> <sup>4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16 y 19</sup>	✓	✓	✓
<i>Vitta virginea</i> <sup>2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 21, 22 y 23</sup>	✓	✓	✓
<i>Boonea impressa</i> <sup>5, 6 y 8</sup>	✓	✓	✓
<i>Elaschisina floridana</i> <sup>5 y 6</sup>	✗	✓	✓
<i>Ecrobia truncata</i> <sup>5, 6 y 13</sup>	✗	✓	✓
<i>Odostomia weberi</i> <sup>5 y 6</sup>	✗	✓	✓
<i>Bittium varium</i> <sup>6 y 8</sup>	✓	✓	✗
<i>Antillophos candeanus</i> <sup>6 y 8</sup>	✓	✓	✗
<i>Pomacea flagellata</i> <sup>5 y 15</sup>	✓	✗	✓



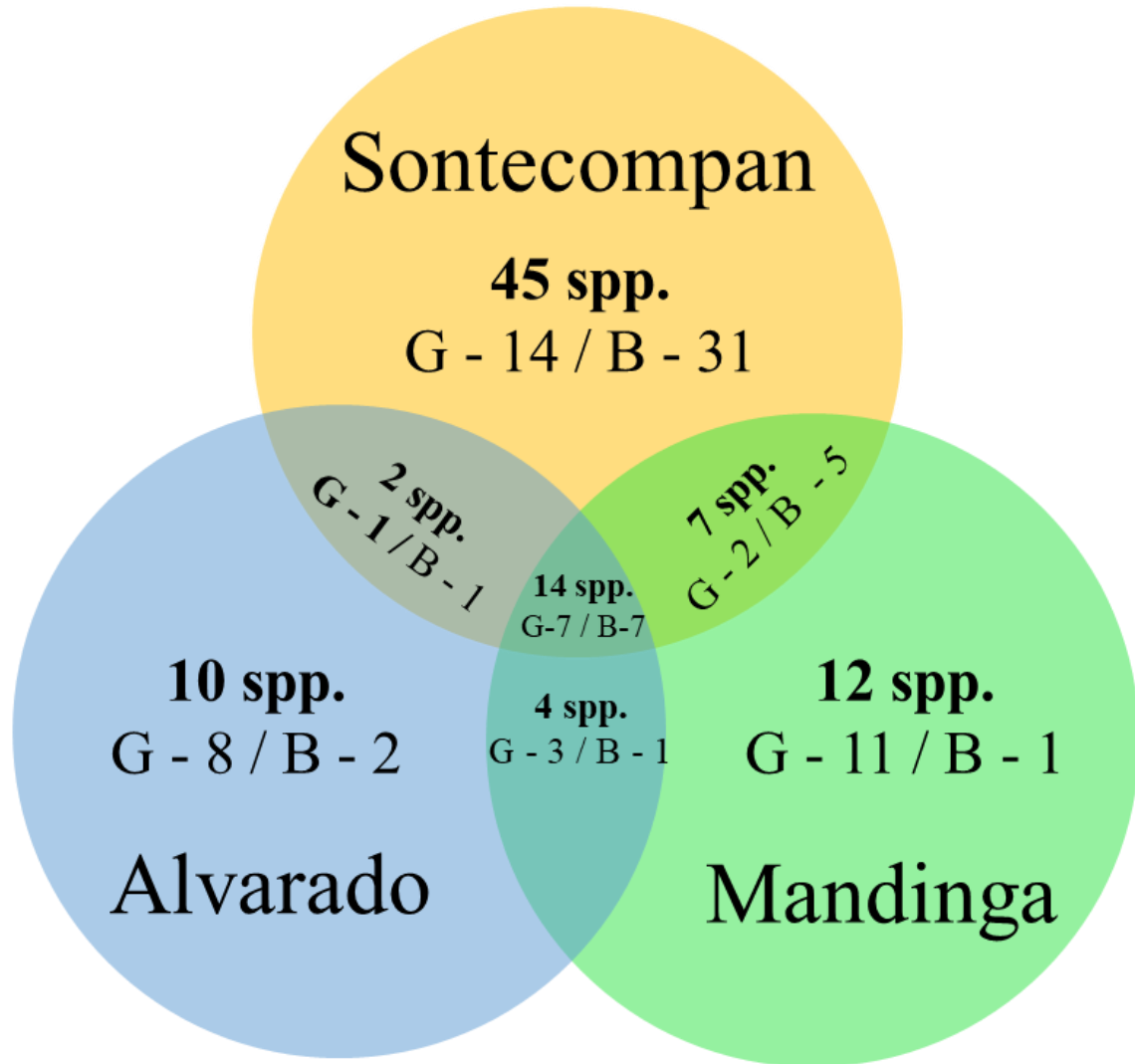
Pérez y Ávila (1983)<sup>1</sup>, Chinolla (1984)<sup>2</sup>, Arroyo (1986)<sup>3</sup>, García – Montes (1988)<sup>4</sup>, Reguero y García-Cubas (1989)<sup>5</sup>, Reguero y García-Cubas (1993)<sup>6</sup>, González-Fierro, *et al.* (1994)<sup>7</sup>, García-Cubas y Reguero (1995)<sup>8</sup>, López (2002)<sup>9</sup>, Ramírez (2002)<sup>10</sup>, Flores (2003)<sup>11</sup>, Wakida y Mackenzie (2004)<sup>12</sup>, Ramírez (2007)<sup>13</sup>, Rocha (2007)<sup>14</sup> CONABIO (2008)<sup>15</sup>, CONABIO (2008)<sup>16</sup>, Guzmán (2009)<sup>17</sup>, Castán (2013)<sup>18</sup>, Mingüer (2016)<sup>19</sup>, Montiel (2016)<sup>20</sup>, Romero (2018)<sup>21</sup>, Barreto (2019)<sup>22</sup>, Rodríguez *et al.* (2019)<sup>23</sup> y Terán (2019)<sup>24</sup>.

**Tabla 4.** Especies de bivalvos compartidas entre las 3 lagunas: Sontecomapan (LS), Mandinga (CLLRM) y Alvarado (CLA). Bajo el nombre revisado en base de datos WoRMS y Molluscabase por los diversos autores. El carácter ✓ indica presencia mientras que ✗ indica ausencia.

<b>Especie</b>	<b>Sontecomapan</b>	<b>Mandinga</b>	<b>Alvarado</b>
<i>Brachidontes exustus</i> <sup>5, 6, 7, 8, 11, 13, 14, 19, 22 y 21</sup>	✓	✓	✓
<i>Ischadium recurvum</i> <sup>5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 21</sup>	✓	✓	✓
<i>Mulinia lateralis</i> <sup>5, 6, 8, 13 y 21</sup>	✓	✓	✓
<i>Mytilopsis leucophaeata</i> <sup>5, 6, 8, 13 y 19</sup>	✓	✓	✓
<i>Rangia flexuosa</i> <sup>5, 6, 8, 12, 20 y 21</sup>	✓	✓	✓
<i>Rangia cuneata</i> <sup>4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20 y 21</sup>	✓	✓	✓
<i>Tagelus plebeius</i> <sup>5, 6, 8 y 13</sup>	✓	✓	✓
<i>Anadara transversa</i> <sup>8 y 21</sup>	✓	✓	✗
<i>Macoploma tenta</i> <sup>6 y 8</sup>	✓	✓	✗
<i>Tagelus divisus</i> <sup>6 y 8</sup>	✓	✓	✗
<i>Eurytellina alternata</i> <sup>6 y 8</sup>	✓	✓	✗
<i>Dallocardia muricata</i> <sup>6 y 8</sup>	✓	✓	✗
<i>Crassostrea rhizophorae</i> <sup>5, 7, 19 y 20</sup>	✓	✗	✓
<i>Crassostrea virginica</i> <sup>1, 3, 5, 7, 13, 18, 20, 21, 22, 23 y 24</sup>	✗	✓	✓

Pérez y Ávila (1983)<sup>1</sup>, Chinolla (1984)<sup>2</sup>, Arroyo (1986)<sup>3</sup>, García – Montes (1988)<sup>4</sup>, Reguero y García-Cubas (1989)<sup>5</sup>, Reguero y García-Cubas (1993)<sup>6</sup>, González-Fierro, *et al.* (1994)<sup>7</sup>, García-Cubas y Reguero (1995)<sup>8</sup>, López (2002)<sup>9</sup>, Ramírez (2002)<sup>10</sup>, Flores (2003)<sup>11</sup>, Wakida y Mackenzie (2004)<sup>12</sup>, Ramírez (2007)<sup>13</sup>, Rocha (2007)<sup>14</sup> CONABIO (2008)<sup>15</sup>, CONABIO (2008)<sup>16</sup>, Guzmán (2009)<sup>17</sup>, Castán (2013)<sup>18</sup>, Mingüer (2016)<sup>19</sup>, Montiel (2016)<sup>20</sup>, Romero (2018)<sup>21</sup>, Barreto (2019)<sup>22</sup>, Rodríguez *et al.* (2019)<sup>23</sup> y Terán (2019)<sup>24</sup>.





**Figura 9.** Especies exclusivas y compartidas entre las 3 lagunas 46 gasterópodos y 48 bivalvos. 94 especies diferentes.

### Índices de similitud de Jaccard, Sorensen y diversidad taxonómica

Se calculó la similitud de la malacofauna según el índice de similitud de Jaccard y Sorensen ya que estos coeficientes miden el grado de similitud entre dos conjuntos y se trabaja con aspectos cualitativos entre dos sitios. Cabe resaltar que el número de especies registradas para cada laguna no es el mismo, teniendo 68 especies en LS, 30 en CLA y 37 en CLLRM (Tabla 5).

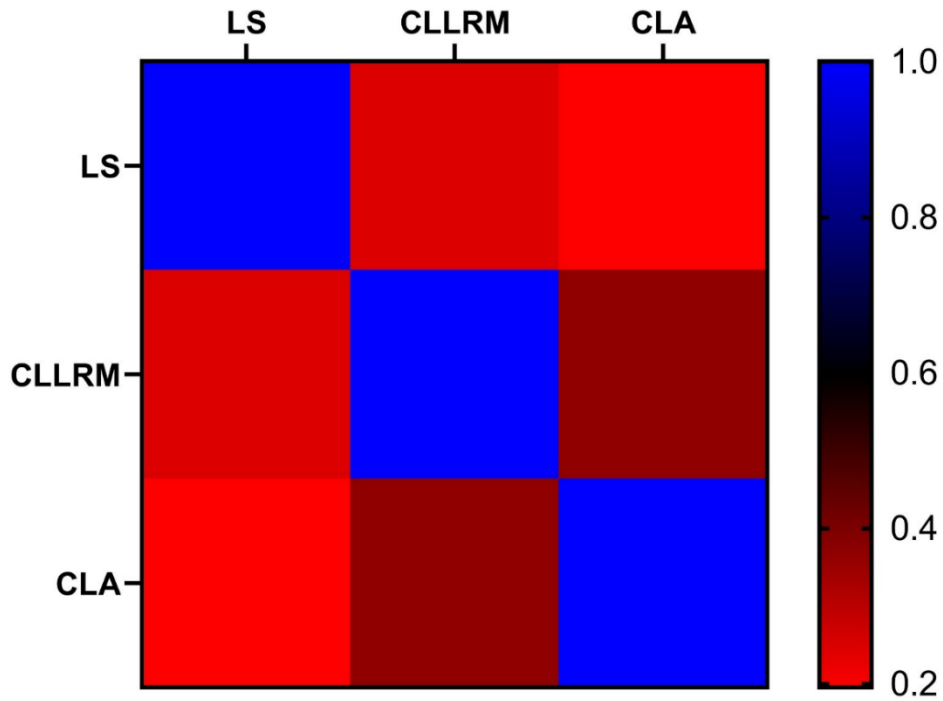
**Tabla 5.** Resultados de los índices de similitud de Jaccard y Sorensen. La matriz utilizada de presencia y ausencia se muestra en el Apéndice b.

<b>Sitio</b>	<b>LS</b>	<b>CLLRM</b>	<b>CLA</b>	<b>LS- CLLRM</b>	<b>LS-CLA</b>	<b>CLLRM- CLA</b>
<b>Total de especies</b>	68	37	30			
<b>Especies en común</b>				21	16	18
<b>Índice de Jaccard</b>				<b>0.25</b>	<b>0.19</b>	<b>0.36</b>
<b>Índice de Sorensen</b>				<b>40</b>	<b>32.65</b>	<b>53.73</b>

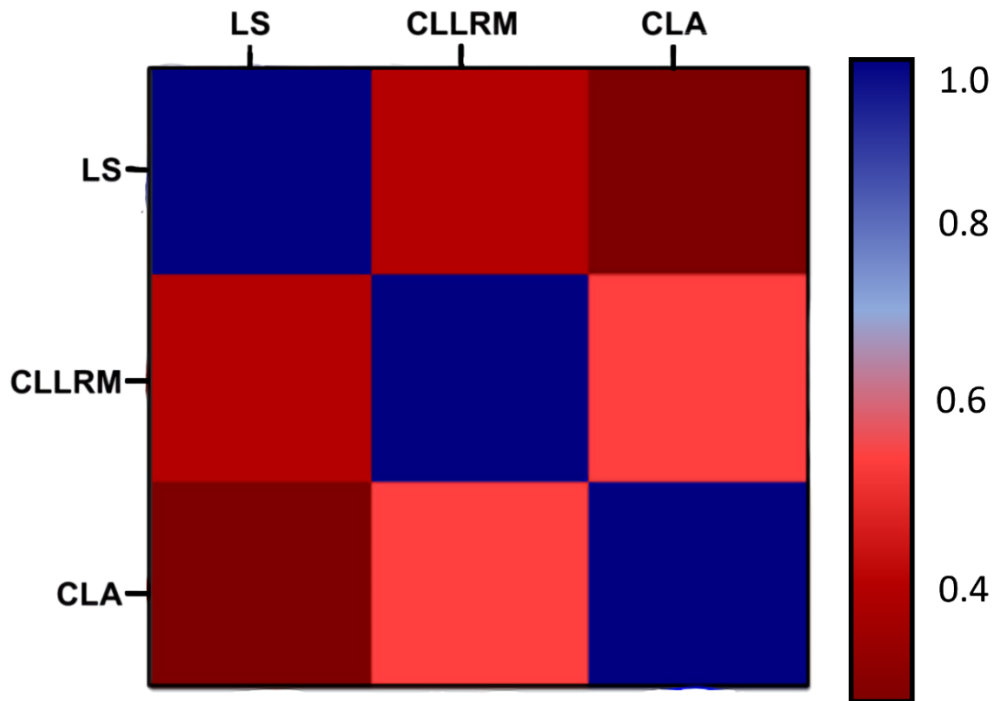
Ambos índices convergen en resultados. A pesar de que el índice propuesto por Jaccard toma en cuenta las especies exclusivas de cada laguna y el índice de Sorensen incluye a todas las especies de cada sitio, los valores máximos alcanzados por ambos índices corresponden al ensamble integrado por CLLRM-CLA con valores máximos de 0.36 y 53.73, los siguientes resultados de forma descendente corresponden al conjunto de LS-CLLRM con 0.25 y 40, por último los resultados mínimos corresponden al ensamble de LS-CLA arrojando 0.19 y 32.65 con Jaccard y Sorensen respectivamente en cada par de lagunas. Es importante señalar que el valor que corresponde a cada sitio, es decir si toma o no en cuenta las especies exclusivas y por ende el tamaño de muestra, así como las especies compartidas proporcionan información sustancial para determinar la similitud entre dos sitios.

Tras la realización de la matriz de presencia / ausencia de todas las especies en las lagunas, se procedió a ilustrar dos matrices de distancia, arrojando mayor semejanza entre CLA y CLLRM en ambos índices de similitud (Figura 10 y 11).





**Figura 10.** Matriz de distancia realizada en software GraphPad Prism 9, los colores en tonos rojo oscuro se acercan al valor 0.4 lo que sugiere una similitud entre el CLLRM y el CLA de menos del 50%, mientras que la similitud más baja se representa entre el CLA y LS con un 0.19 según resultados del índice de similitud de Jaccard.

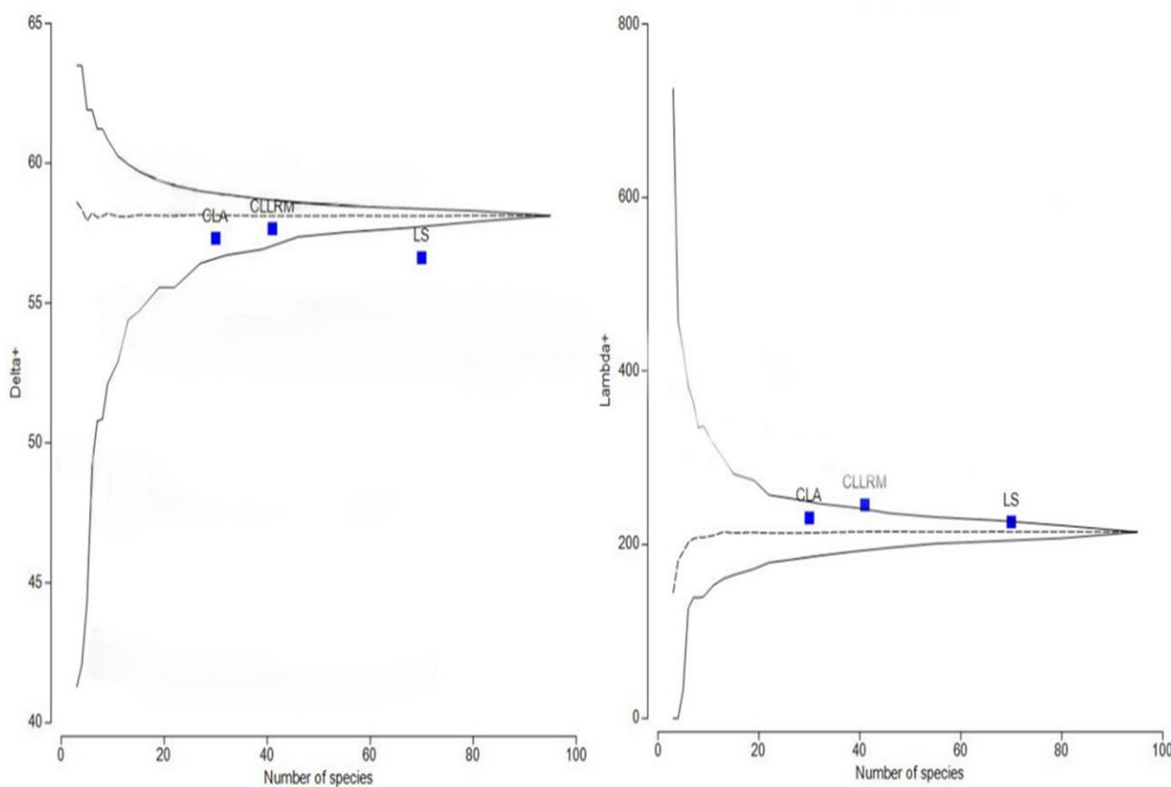


**Figura 11.** Matriz de distancia realizada en software GraphPad Prism 9, el color en tono claro tiene valor de 53.73, siendo el valor más elevado representado por el conjunto CLA-CLLRM, mientras que la similitud más baja se ilustra entre el CLA y LS con un 32.65 según resultados del índice de similitud de Sorensen.



El índice de diversidad taxonómica (

Figura 12) calcula con base a la matriz de abundancia, la cual se construyó a partir del número de avistamientos de especies a lo largo del tiempo según los registros de los autores citados que mencionaron la presencia de alguna especie de interés para este trabajo.  $\Delta^+$  ( $\Delta^+$ ) corresponde a la diversidad taxonómica promedio y  $\lambda^+$  ( $\lambda^+$ ) representa a la variación de la diversidad taxonómica, es decir complementa el valor de  $\Delta^+$ . Las líneas superiores e inferiores indican el intervalo de confianza al 95%, mientras que la línea punteada señala el valor de la diversidad taxonómica promedio.



**Figura 12.** La prueba de diversidad taxonómica representada como un gráfico de embudo realizó una selección aleatoria de 1000 combinaciones basado en las distancias otorgadas de las categorías taxonómicas de especie a phylum ilustradas en el Apéndice c. La línea punteada corresponde al valor de diversidad taxonómica promedio y las líneas superior e inferior a los intervalos de confianza del 95%.

### **Aspectos de la comunidad malacológica en CLLRM, CLA y LS**

A continuación, se presentan las proporciones en preferencia de la comunidad malacológica al tipo ambiente salino, tipo de alimentación, hábito bentónico y sustrato para la malacofauna del CLLRM (Figura 13), CLA (Figura 14) y la LS (Figura 15). Los hábitos se obtuvieron según la descripción que se le haya otorgado en el registro de cada especie de acuerdo con los diversos autores. Adicionalmente, se homogenizaron los hábitos a partir de la familia en los casos en que el autor no haya realizado alguna descripción del o de los taxones que tomó en cuenta para su estudio con respecto a algún otro taxón que sí haya sido descrito en hábitos por otro autor.

En el CLLRM, la comunidad de gasterópodos y de bivalvos presentaron mayor afinidad al tipo de ambiente salobre representado por un 57% y 71% (Figura 13 A). En el CLA los gasterópodos prefieren ambientes de agua dulce, equivalente a un 42%, mientras que los bivalvos registrados expresaron mayor afinidad a ambientes salobres con un 55% (Figura 14 A). Para la LS se observó una preferencia a ambientes del tipo salobre con 42%, mientras que, los bivalvos se encontraron en salinidades marinas equivalente a un 73% de la comunidad registrada (Figura 15 A).

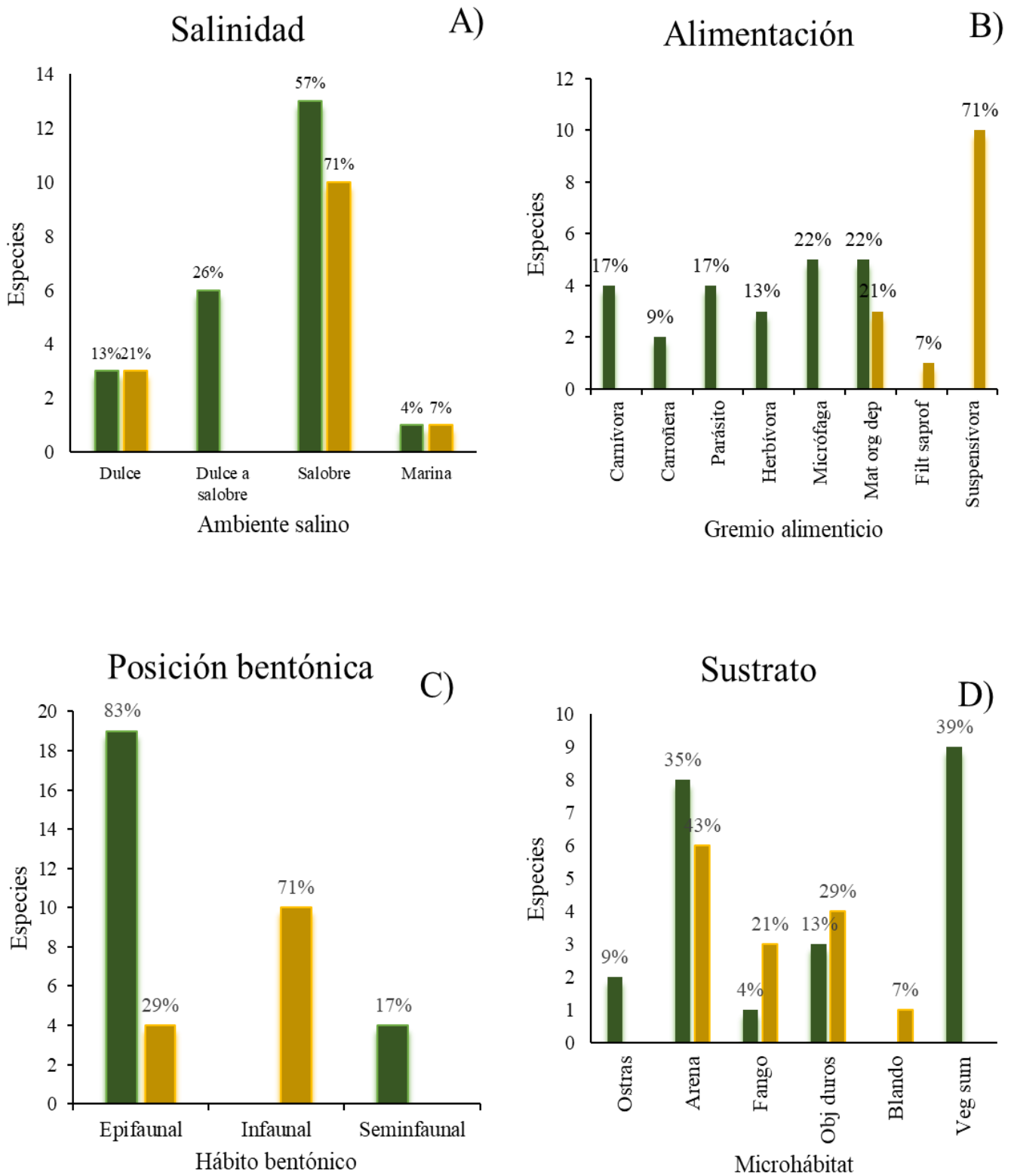
La alimentación en el CLLRM fue por materia orgánica depositada y al hábito micrófago con 22% cada una en gasterópodos y 71% suspensívoro en bivalvos (Figura 13 B). Para CLA domina el tipo de alimentación herbívoro con 42% en gasterópodos y 71% de suspensívoro en bivalvos (Figura 14 B). En LS el 38% de los gasterópodos son carnívoros y el 77% de bivalvos suspensívoros (Figura 15 B).

En el CLLRM se observó una clara tendencia al hábito epifaunal por parte de los gasterópodos con 83% y 71% al hábito infaunal en bivalvos (Figura 13C). En CLA es similar pues los gasterópodos arrojaron 100% a epifauna, mientras que bivalvos ocupa un 55% en la misma categoría (Figura 14 C) y en LS se observó tendencia al hábito epifaunal en gasterópodos con 67% y 73% al hábito infaunal en bivalvos (Figura 15 C).

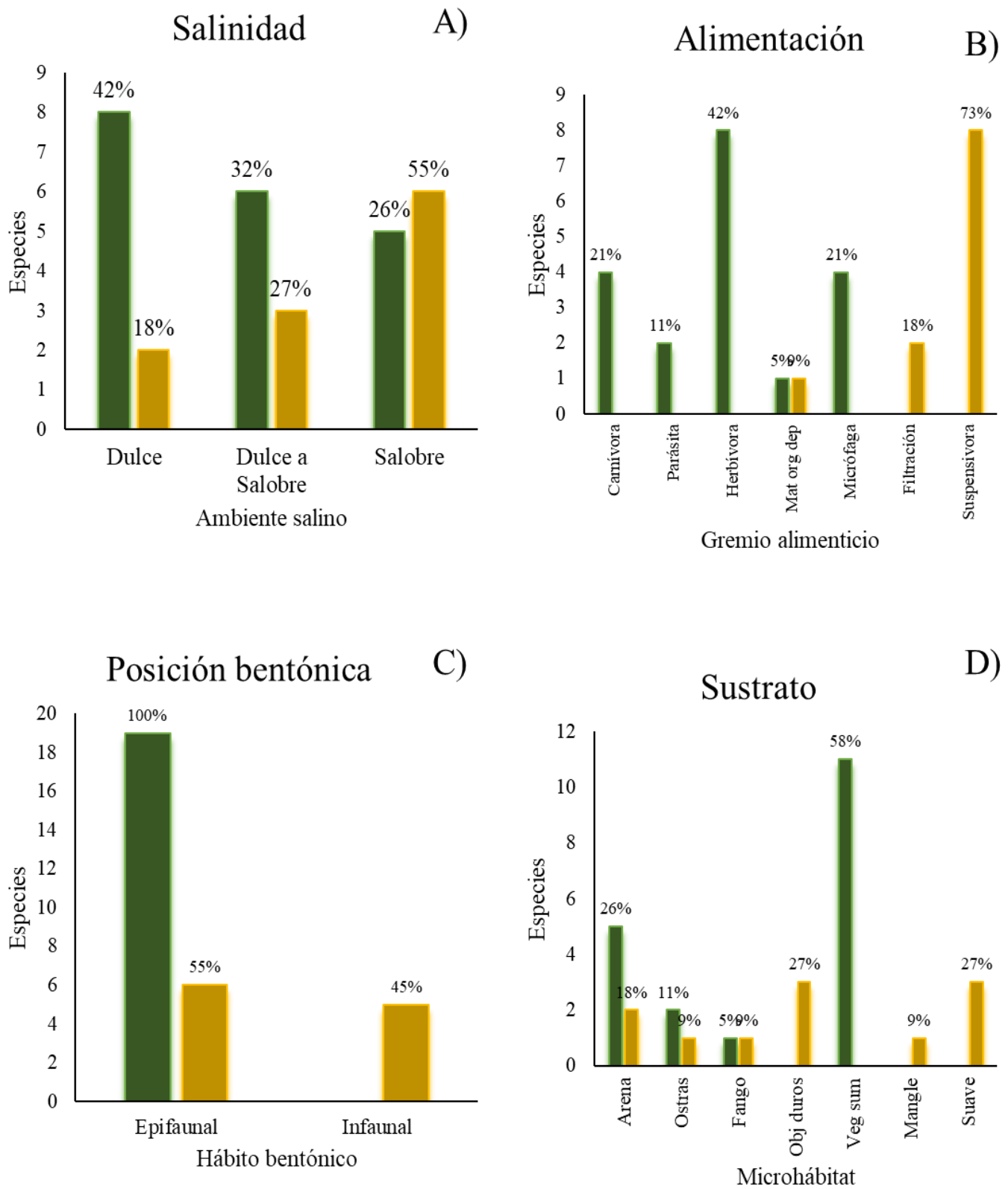
El microhábitat en el que los gasterópodos del CLLRM están mayormente asociados es a la vegetación sumergida con 39% y para bivalvos con mayor preferencia a sustratos arenosos 43% (Figura 13 D), en CLA al igual que en el CLLRM los gasterópodos registrados tienen mayor afinidad a la vegetación sumergida en un 58% mientras que en bivalvos se registra un empate en 27% a objetos tanto duros como suaves (Figura 14 D). En LS los gasterópodos, así como bivalvos se encontraron mayormente asociados a sustratos arenosos con 33% y 61% respectivamente (Figura 15 D).

Con la recopilación de resultados mostrados en las figuras 13, 14 y 15 se logró identificar una clara tendencia en las especies de gasterópodos a ambientes salobres con un 42% mientras que en bivalvos se hace notar una preferencia al ambiente marino con un 48% (Figura 16 A), en la alimentación los gasterópodos expresan mayor preferencia al tipo carnívoro con un 26% mientras que los bivalvos prefieren el hábito suspensívoro con 80% (Figura 16 B), en el hábito infaunal los gasterópodos arrojan 82% de las especies epifaunal, y 68% en infauna para bivalvos (Figura 16 C), el sustrato preferido por gasterópodos con 39% fue la vegetación sumergida y en bivalvos la arena con 51% (Figura 16 D).



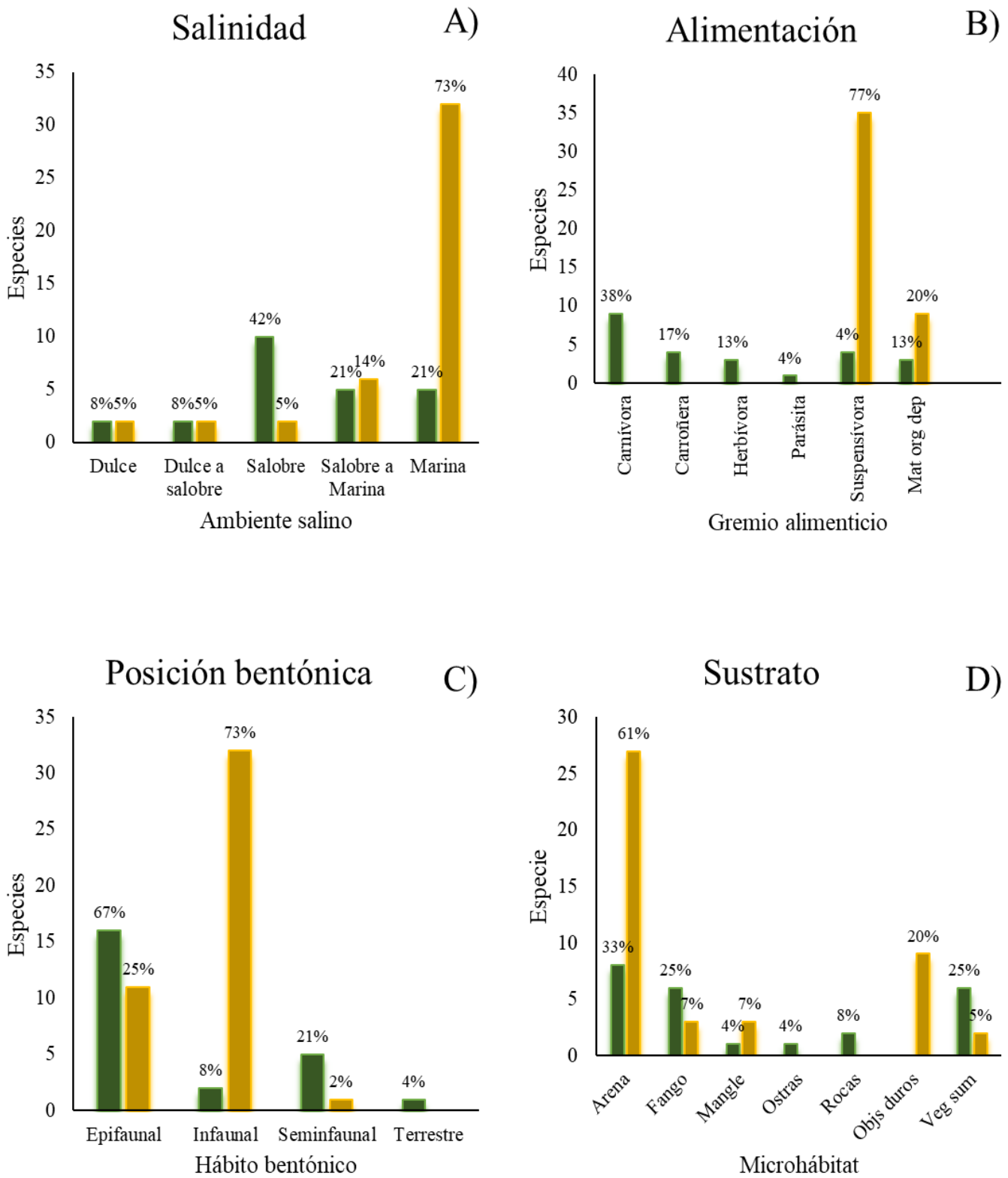


**Figura 13.** Aspectos generales de la malacofauna en el complejo lagunar Larga - Redonda – Mandinga, gasterópodos (verde) y bivalvos (amarillo), con n=37 (23 gasterópodos y 14 bivalvos).

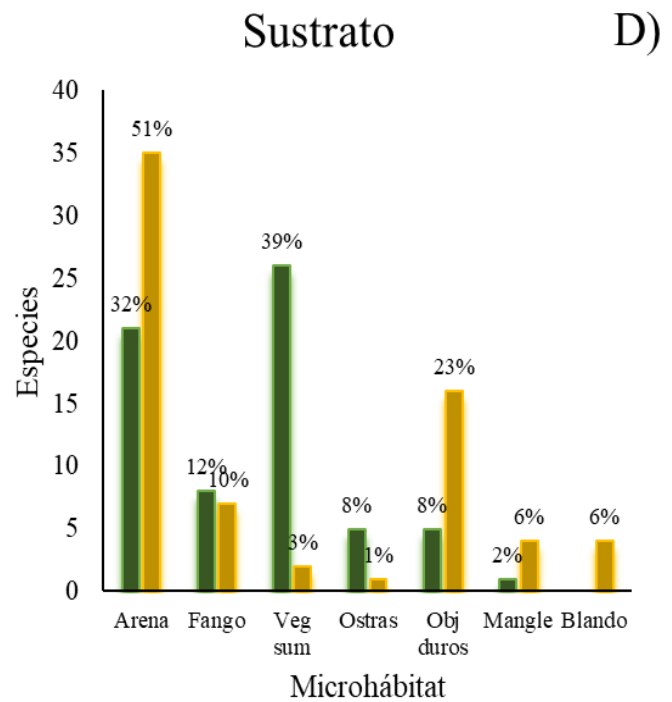
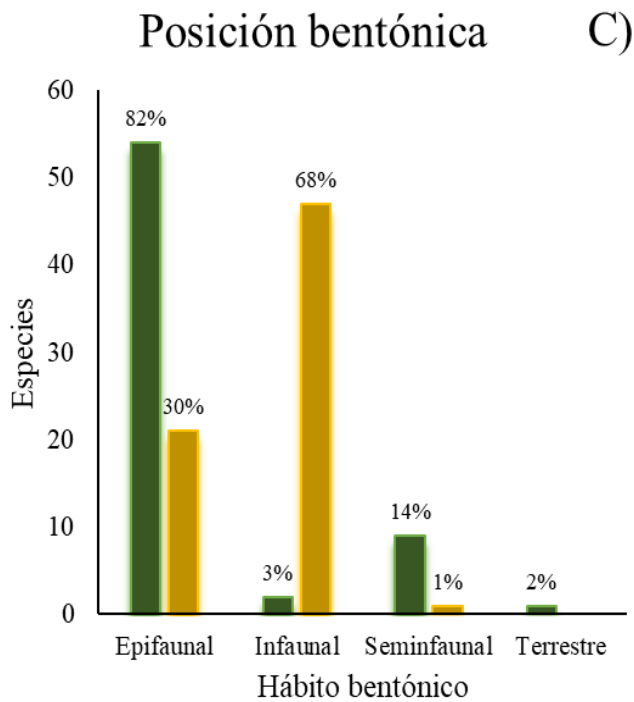
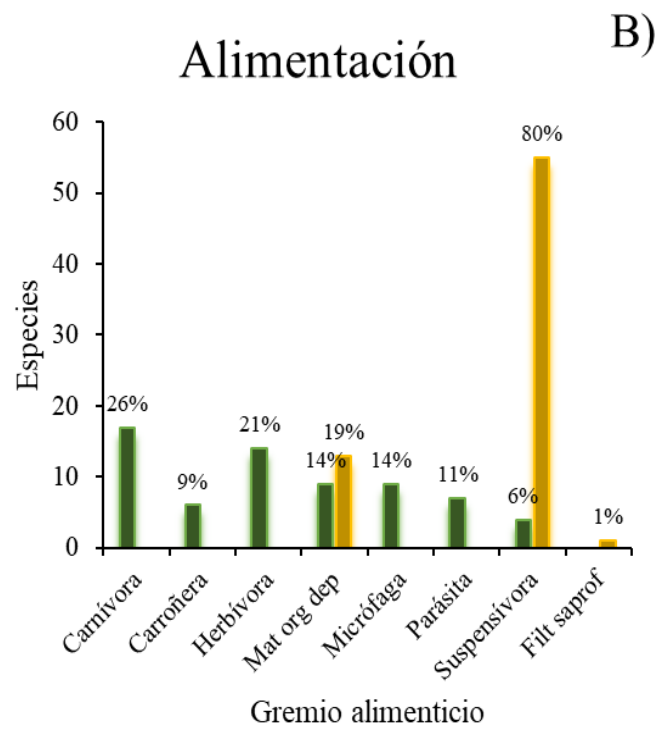
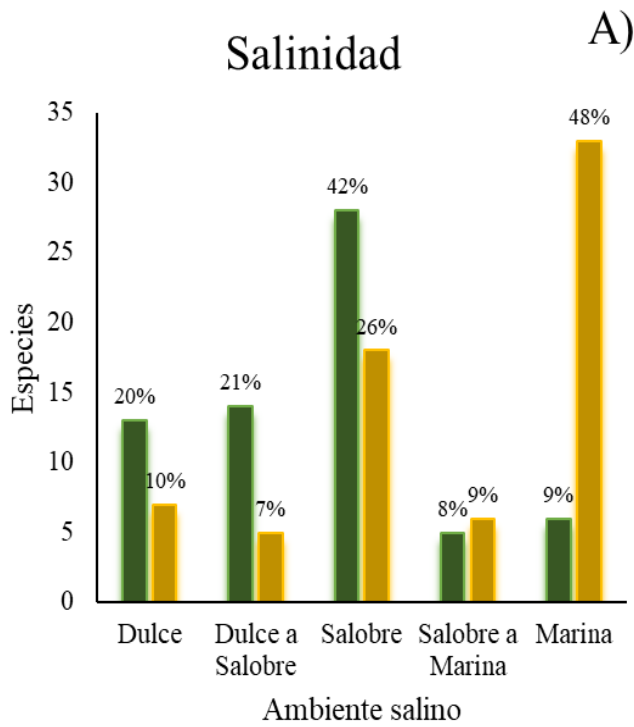


**Figura 14.** Aspectos generales de la malacofauna del complejo lagunar de Alvarado, gasterópodos (verde) y bivalvos (amarillo), con n=30 (19 gasterópodos y 11 bivalvos).





**Figura 15.** Aspectos generales en gasterópodos (verde) y bivalvos (amarillo) en la laguna de Sontecomapan, con una n=68 (24 gasterópodos y 44 bivalvos).



**Figura 16.** Recopilación de datos para todas las especies distribuidas en las tres lagunas. Se trabajó con la suma de las especies registradas para cada laguna con una n=66 en Gastropoda (verde) y en Bivalvia n=69 (amarillo).

## Discusión

### Riqueza y Obtención de Especies

En el CLLRM, el estudio con las colectas más extensas fue realizado por Reguero y García-Cubas (1993), según ese estudio, las especies con más avistamientos fueron *Texadina sphinctostoma*, *Rangia cuneata*, *Ecrobia truncata*, *Mulinia lateralis*, *Acteocina canaliculata* e *Ischadium recurvum*. En el CLA de igual forma el estudio con mayor número de colectas fue realizado por Reguero y García-Cubas (1989), las especies más avistadas para este sitio fueron *R. flexuosa*, *Vitta usnea*, *M. lateralis* y *Texadina sphinctostoma*. En la LS fue García-Cubas y Reguero (1995) quienes colectaron el mayor número de muestras, las especies más avistadas fueron *V. usnea*, *V. virgínea* y *M. lateralis*. Para conocer la riqueza documentada de especies reportadas en dichas lagunas consultar Apéndice a.

Estas y otras especies pueden verse reflejadas en la tabla 6 que se construyó a partir de la tabla 1 y 2, ya que más de un autor mencionó la presencia de varias especies, lo cual refuerza la aseveración de que se podrían tratar de las especies con poblaciones más abundantes o comunes en dichas lagunas costeras.

El número de publicaciones que registran una especie (Figura 7) puede tener un impacto importante al momento de determinar riqueza y abundancia de especies en una comunidad mediante una recopilación bibliográfica, ya que si no se agregan nuevas especies solo se confirma su existencia en determinados espacios.



**Tabla 6.** Ubicación de especies con mayor frecuencia de avistamiento en diferentes temporalidades por distintos autores.

Clase	Especie	CLA	CLLRM	LS	# Suma de referencias
Numero de referencias					
Gastropoda	<i>Acteocina canaliculata</i>	5	6	8	3
	<i>Boonea impressa</i>	5	6	8	3
	<i>Cerithideopsis pliculosa</i>	5	6	8	3
	<i>Ecrobia truncata</i>	5	6	8	3
	<i>Nassarius acutus</i>	5, 13	6, 21	8	5
	<i>Texadina sphinctostoma</i>	5, 13	6	8	4
	<i>Vitta usnea</i>	4, 5, 9, 10, 11, 13, 14	6, 16	8, 19	11
	<i>Vitta virginea</i>	4, 5, 9, 10, 11, 13	6, 16, 21, 22, 23	2, 8, 15	14
Bivalvia	<i>Brachidontes exustus</i>	5, 11, 13, 14	6, 7, 21, 22	8, 19	10
	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	5, 20	7	7, 19	4
	<i>Crassostrea virginica</i>	5, 13	1, 3, 7, 18, 21, 22, 23, 24	7	11
	<i>Ischadium recurvum</i>	5, 10, 11, 13, 14	6, 7, 18, 21	7, 19	10
	<i>Mulinia lateralis</i>	5, 13	6, 21	8	5
	<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	5, 13	6	8, 19	5
	<i>Mytilus edulis</i>	4, 9, 10			3
	<i>Polimesoda caroliniana</i>	5, 12, 13, 20	12	12	4
	<i>Rangia cuneata</i>	4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20	6, 12, 21	8, 12	12
	<i>Rangia flexuosa</i>	5, 12, 20	6, 12, 21	8, 12	6
<i>Tagelus plebeius</i>	5, 13	6	8	4	

Pérez y Ávila (1983)<sup>1</sup>, Chinolla (1984)<sup>2</sup>, Arroyo (1986)<sup>3</sup>, García – Montes (1988)<sup>4</sup>, Reguero y García-Cubas (1989)<sup>5</sup>, Reguero y García-Cubas (1993)<sup>6</sup>, González-Fierro, *et al.* (1994)<sup>7</sup>, García-Cubas y Reguero (1995)<sup>8</sup>, López (2002)<sup>9</sup>, Ramírez (2002)<sup>10</sup>, Flores (2003)<sup>11</sup>, Wakida y Mackenzie (2004)<sup>12</sup>, Ramírez (2007)<sup>13</sup>, Rocha (2007)<sup>14</sup>, CONABIO (2008)<sup>15</sup>, CONABIO (2008)<sup>16</sup>, Guzmán (2009)<sup>17</sup>, Castán (2013)<sup>18</sup>, Mingüer (2016)<sup>19</sup>, Montiel (2016)<sup>20</sup>, Romero (2018)<sup>21</sup>, Barreto (2019)<sup>22</sup>, Rodríguez *et al.* (2019)<sup>23</sup> y Terán (2019)<sup>24</sup>.

Se destacan las especies de gasterópodos *V. usnea* y *V. virginea* con registros de 11 y 14 autores respectivamente y en bivalvos las especies *B. exustus*, *C. virginica*, *I. recurvum* y *R. cuneata* con registros de 10, 11, 10 y 12 autores respectivamente, ya que fueron las especies con más frecuencia de avistamientos en diferentes muestreos a lo largo del tiempo. Lo que podría sugerir que se tratan de poblaciones comunes. Sin embargo, es posible que

exista un sesgo en este estudio ya que los muestreos por los autores consultados se realizaron bajo metodologías y objetivos diferentes, siendo la utilización de draga de Van Veen, redes de arrastre y muestreos en zonas con vegetación los métodos más efectivos para determinar la riqueza malacológica, tal como lo realizaron Reguero y García-Cubas (1989 y 1993) y García-Cubas y Reguero (1995), por el contrario, la recolecta manual es el método con el que se extraen menos especies distintas lo cual puede verse reflejado en la riqueza documentada.

### **Actualización taxonómica de Especies**

Durante más de un par de siglos, la taxonomía se basó en el uso de caracteres morfológicos para diferenciar especies, clasificarlas e inferir relaciones de parentesco. Sin embargo, esta disciplina se ha ido transformando, ya que hoy día se utilizan otras metodologías de análisis, integrando técnicas morfológicas, ecológicas, etológicas y moleculares (Noriega *et al.*, 2015). Es por la incorporación de estas técnicas que la taxonomía de las especies es fluctuante y muchas veces no ocurre solo a un nivel taxonómico en específico, como sucedió con la especie *Pomacea flagellata*, que fue ubicada como miembro de la familia Pilidae (Preston, 1915) y que posteriormente el estatus aceptado sería Ampullaridae (Gray, 1824) o la especie de bivalvo *Polymesoda caroliniana* que fue asignada a la familia Corbiiculidae (Gray, 1840) y posteriormente según las bases taxonómicas consultadas el nombre de la familia aceptada sería Cyrenidae (Gray, 1840) como se muestra en las tablas 1 y 2.

Según las tablas recién mencionadas a nivel de orden se identificaron 73 cambios, sin embargo, el sitio web Worms indica que Mesogastropoda tiene representaciones alternas como Littorinimorpha, Caenogastropoda o Architaenioglossa. También se registraron casos en los que no se tiene un orden definido como sucedió con la especie *Heliacus bisulcatus*, u otras especies en el que el nivel taxonómico más cercano al orden es el superorden Pylopulmonata como en las especies *Sayella fusca*, *Cyclostremella humilis*, *Boonea impressa* y *Eulimastoma weberi* o al superorden Hygrophila con las especies *Physella sp.*, *Gyraulus sp.* y *Laevapex sp.* Cambios a nivel familia se contaron 13 con Acteocinidae, Pilidae y Corbiiculidae como nombres de familia no aceptados y 39 cambios de especie.



Por otro lado, el hecho de que la taxonomía esté incorporando avances tecnológicos, como el acceso virtual a las colecciones biológicas, la secuenciación de ADN y sistemas de información geográfica ha generado cambios en los nombres asignados en las diferentes categorías taxonómicas. Además, la información taxonómica se digitaliza y está disponible en dominios tales como GBIF, ZooBank, EOL, entre otros (Padial *et al.*, 2010).

La taxonomía enfrenta dos desafíos. El cualitativo, que consiste en alcanzar un consenso científico sobre la categoría básica de construcción de la taxonomía, la especie, y el cuantitativo que radica en la gran cantidad de especies en la tierra que aún necesitan ser descritas. Para garantizar rigor empírico y estabilidad en los nombres de las especies, se requiere un trabajo minucioso de delimitación de especies, aunque esto puede ser un proceso lento. Acelerar el ritmo de descripciones de especies podría llevar a hipótesis erróneas y en consecuencia, a nombres inestables (Padial *et al.*, 2010).

### **¿Cuántas especies faltan por encontrar?**

En los resultados presentados por las curvas acumulativas de especies (Figura 8) debe considerarse que éstos proceden de estudios bajo objetivos y metodologías diferentes, en selección de hábitats específicos y que son realizados en distintas temporalidades por diferentes autores. Sin embargo, es claro que en las décadas de los 80s y 90s se realizaron la mayor parte de los inventarios de gasterópodos y bivalvos en las lagunas a considerar en este estudio, principalmente por García-Cubas y Reguero, donde se identifica un pico en la riqueza de la malacofauna entre 1989 y 1995 desde entonces se han ido añadiendo pocas especies por diferentes autores a través de los años, lo que sugiere que estamos cerca de conocer la diversidad real de las lagunas estudiadas, pues en estudios futuros podrían añadirse más especies bajo las metodologías más exitosas como lo es la utilización de redes de arrastre, dragas de Van Veen o muestreos en zonas de vegetación o incluso podrían emplearse métodos diferentes a los ya empleadas en muestreos controlados a lo largo del año.

Para estimar la diversidad también es necesario conocer los aspectos bióticos y abióticos de diferentes lagunas costeras a lo largo del golfo de México como laguna Madre, Tamiahua, el sistema lagunar Carmen y Machona y la laguna de Términos (Tabla 7) y así



conocer la distribución de más especies con la finalidad de pronosticar si alguna otra especie puede o no estar presente en las lagunas de interés. La comunidad malacológica de las distintas lagunas del golfo de México se enlista en el Apéndice d.

**Tabla 7.** Algunos aspectos bióticos y abióticos a considerar para la presencia de la malacofauna. Datos consultados de Sánchez y Ocaña (2015), Gordillo y Cruz (2005), Antolí y García-Cubas (1983), García-Cubas (1981), SEMARNAT (2015) y Venegas (2003).

Aspecto / laguna	Madre	Tamiahua	Carmen y Machona	Términos
Superficie	272,844 ha	88,000 ha	18,600 ha	143, 045 ha
Temperatura	22° - 24 °C	23 °C	26 °C	27 °C
Precipitación	200 – 682 mm	1,500 mm	2,000 mm	1,500 mm
Clima	Semicálido/cálido	Cálido húmedo/cálido húmedo	Cálido subhúmedo	Cálido subhúmedo
Suelo	Arcilla, limo, arena	Arcilla, limo, arena	Arena, limo	Limo, arcilla CaCO <sub>3</sub>
Vegetación	Dunas costeras, halófila	Manglar, dunas, selva baja caducifolia, halófila	Manglar	Manglar, bosque tropical perennifolio, pastizal, bosque espinoso, halófila

La laguna Madre dentro del estado de Tamaulipas, es considerada el cuerpo de agua más grande del país (Carrera, 2004). Al menos se han identificado 42 especies diferentes de moluscos (Rodríguez, 2021). En la laguna de Tamiahua que está situada al norte de Veracruz entre los ríos Pánuco y Tuxpan se han realizado varios estudios malacológicos dentro de los que destacan el de García-Cubas (1969) quien identificó 58 especies o el de Portilla (1989) que registró 62 especies. En el sistema lagunar de Carmen y Machona localizado al extremo oeste de la costa del Tabasco, se han registrado al menos 94 especies divididas entre dos clases (Bivalvia y Gastropoda) por Antolí y García-Cubas en 1983. La laguna de Términos en Campeche cuenta con registro de al menos 176 especies, 96 gasterópodos, 77 bivalvos, 2 cefalópodos y un poliplacóforo (García-Cubas, 1981).

La diversidad biológica se ve influenciada por diversos factores ambientales, y la estabilidad de estos factores es crucial para promover una alta diversidad. En ambientes

inestables, como los estuarios, la diversidad puede ser limitada, favoreciendo la presencia de pocas especies, pero abundantes, que se han adaptado a condiciones cambiantes (Contreras y Castañeda, 2004). Los estuarios, caracterizados por su ubicación entre aguas dulces y saladas, permiten la colonización de organismos de origen continental y marino. Las zonas salobres proporcionan un ambiente hidrológico favorable para organismos estuarinos (Lara *et al.*, 2011).

### **Factores que limitan la distribución de especies**

Entendiendo que la distribución de especies es la fracción de un espacio geográfico donde se presenta un taxón (Zunino y Palestrini, 1991), toda distribución tiende a experimentar contracción y/o expansión espacial a lo largo del tiempo, como resultado de interacciones de factores ecológicos, biológicos y biogeográficos (Zunino y Zullini, 2003). Una especie se encuentra en sitios donde las condiciones bióticas y abióticas le permiten mantener o aumentar su abundancia (Maciel *et al.*, 2015).

La ausencia de una especie puede deberse a interacciones con otras especies, limitaciones morfológicas, históricas o de dispersión. No todas las áreas potenciales tienen la presencia de una especie. Por el contrario, una especie estará presente en los sitios donde las condiciones bióticas y abióticas le permitan mantener o incrementar su abundancia (Maciel *et al.*, 2015) como se muestra en la figura 9. Por estos motivos es que hay traslapes de especies entre 2 o 3 lagunas según este estudio, la tabla 8 muestra características comunes entre las tres lagunas, que podrían influir en la presencia o ausencia de estas especies. Además, varias especies pueden encontrarse en más lagunas costeras de la región. Wiens y Graham (2005) señalaron que la distribución de cada especie está restringida por su tolerancia ambiental, la cual es producto de procesos evolutivos que han moldeado a los organismos y que, en consecuencia, han delimitado su presencia en ciertos espacios.

Adicionalmente, hay que considerar las variaciones de largo plazo, pues es posible que si se volvieran a muestrear las tres lagunas se encontrarían conjuntos diferentes de especies a los que ya se han registrado.



**Tabla 8.** Recopilación de factores bióticos y abióticos en las tres lagunas, información recabada por distintos autores: Carmona *et al.*, (2004), Lara *et al.*, (2009) Paniagua-Cano *et al.*, (2018), Portilla, (2003), Vázquez *et al.*, (2009).

<b>Factor/laguna</b>	<b>Sontecomapan</b>	<b>Mandinga</b>	<b>Alvarado</b>
Clima	Cálido húmedo	Cálido subhúmedo	Cálido húmedo y subhúmedo
Temperatura	24° - 26° C	22° - 26° C	22° - 26° C
Precipitación	3,000 – 4,000 mm anual	1,400 – 1,700 mm anual	2,000 – 4,000 mm anual
Salinidad	0.03 – 32.51 ppm	0.9 – 35 ppm	0.12 – 32.58 ppm
pH	7.01	7.17	6.7 – 8.4
Suelo	Areno arcilloso, basalto	Limo arcilloso, vertisol	Areno arcilloso, gleysol
Vegetación acuática de hidrófitas	Presente	Presente	Presente
Vegetación	Selva alta perennifolia	Selva baja caducifolia	Selva media subperennifolia, baja caducifolia
Mangle	Mangle rojo, negro y blanco	Mangle rojo, negro y blanco	Mangle rojo, negro y blanco

La diversidad de especies se rige bajo varios factores, tanto abióticos como bióticos tal como lo es la vegetación acuática, que varios autores tales como López (2002), Ramírez (2002), Flores, (2003), Rocha (2007), Ramírez (2007), Mingüer (2016) y Barrero (2019) han resaltado su importancia en la comunidad y estructura malacológica presente en las lagunas de interés.

La importancia de los manglares radica en que proporcionan zonas de alimentación, refugio, reproducción, crianza y anidación de numerosas especies, así mismo, también el manglar brinda sustrato para especies bentónicas y funcionan como trampa de sedimentos y materia orgánica (Lara *et al.*, 2009). También funciona como hábitat para diversas formas vegetales como musgos, líquenes, helechos, epífitas no vasculares, lianas y plantas parásitas (Carmona *et al.*, 2004).

## **Índices de similitud de Jaccard, Sorensen y Diversidad Taxonómica**

Los ecólogos, quienes llevan registro de la riqueza de especies, mencionan que es casi imposible detectar a todas las especies y determinar abundancias relativas con un número limitado de muestras o intensidad limitada de muestreo (Halffter y Moreno., 2005). El índice de Jaccard de similitud y el muy relacionado índice Sorensen se basan en la presencia/ausencia de especies en ensamblajes pareados (Magurran, 2004). A pesar de su amplia aplicación en estudios ecológicos, estos índices tienen un desempeño pobre como medidas de similitud entre ensamblajes que incluyen una fracción de especies raras (Wolda, 1981).

Dado que se asume que los datos de muestreo son representaciones verdaderas y completas de la composición del ensamble, es probable que estas medidas subestimen severamente la verdadera similitud entre dos ensambles que contienen especies raras. Debido a que muchas especies quedan fuera de la muestra es probable que las especies raras que aparecen en una muestra sean diferentes a las que aparecen en la otra muestra, aun cuando todas estén presentes realmente en ambas muestras, problemas de este tipo surgen al comparar dos muestras de tamaños notablemente diferentes, porque la muestra más pequeña tiene un número menor de individuos o de unidades de muestreo, puede que no tenga especies que aparecen en la muestra más grande. En consecuencia, la subestimación de la similitud ocurre por no tomar en cuenta las especies compartidas, pero no vistas (Halffter y Moreno., 2005).

Por otro lado, la sobre-estimación de similitud también puede ocurrir al comparar comunidades submuestreadas, de dominancia alta, en las cuales las especies comunes están ampliamente distribuidas y en donde las especies raras tienden a ser endémicas localmente. Por tanto, dos muestras pueden dar las mismas pocas especies comunes, pero no revelan las especies raras que diferencian los ensamblajes de contar con muestras más grandes (Halffter y Moreno., 2005).

Este primer caso ocurre en los valores obtenidos tras la recolección de datos de manera bibliográfica, puede observarse en la figura 9 que la cantidad de especies registradas

en cada una de las tres lagunas es completamente desigual, ya que en el CLLRM, se hallaron 12 trabajos en un periodo de 36 años comprendido de 1983 a 2019, encontrando 37 especies, en el CLA, se encontraron 9 trabajos publicados en un periodo de 28 años, de 1988 a 2016 y dio lugar a un total de 30 especies y en LS, como se mencionó antes, tuvo 6 trabajos malacológicos en un periodo de 32 años, comprendido entre 1984 a 2016, resultando en 68 especies.

Las muestras entre LS y CLA así como LS y CLLRM están muy desequilibradas como se observa en la matriz de resultados de presencia ausencia en índices de Jaccard y Sorensen (Tabla 5), por otro lado, el tamaño de las muestras entre CLA y CLLRM es similar y es ahí donde existen 18 especies en común de las 30 y 37 especies registradas, por consecuencia es de esperarse mayor similitud entre estos dos sitios que en par con LS.

La matriz de distancia bajo el índice de Jaccard (Figura 10) asemeja a CLA con CLLRM mostrando una similitud al 0.36 con tonalidad de rojo oscuro sugiriendo que son las comunidades malacológicas más parecidas, sin embargo, este es un valor bajo, no obstante, es importante considerar que se trata de lagunas con un tamaño de muestra similar, mientras que el par menos parecido es el de LS y CLA con tan solo 0.19 de 1 en una tonalidad más clara de rojo y sería de esperarse ya que LS tiene un poco más del doble de especies registradas que en CLA. La matriz bajo el índice de Sorensen (Figura 11) también realiza las mismas comparaciones con resultados similares, sin embargo, el par con mayor similitud sobrepasa por poco el 50%, siendo, como se mencionó antes las comunidades malacológicas entre el CLLRM y el CLA.

Por otro lado, también es probable que se pueda sobre estimar la similitud entre lagunas en las que las especies comunes estén ampliamente distribuidas y que sean abundantes y de este modo, no revelar las especies raras que diferencian al grupo de lagunas. Ese puede ser el caso del CLLRM, puesto que, de sus 37 especies, solo se cuenta con 12 especies nativas locales (11 gasterópodos, 1 bivalvo), el bivalvo entonces reportado como *Tellina laevigata* por Reguero y García-Cubas (1993) ahora llamado *Laciolina laevigata* sí podría considerarse como especie rara, ya que solo se encontró un individuo. En el Apéndice





a se muestra el número de colectas de cada especie en los casos en que el autor lo haya especificado.

Por tales motivos es importante destacar que, los muestreos así como el número de muestras es totalmente diferente entre las 3 lagunas, y es por eso que este análisis puede ser acreedor de un sesgo, ya que las colectas fueron realizadas en temporalidades completamente diferentes, en donde los aspectos abióticos pudieron ser variables, así como el esfuerzo y tipo de muestreo fue diferente debido a la diversidad de objetivos a cumplir por cada autor que hizo mención de las especies que se enlistaron en este trabajo.

La prueba de diversidad taxonómica (Figura 12) indica en el eje del número de especies mayor o menor riqueza de taxones, siendo LS el sitio con el mayor número de especies registradas, mientras que la diversidad es mostrada siguiendo el eje  $\Delta^+$  y  $\Lambda^+$ . En ambos gráficos de embudo el CLLRM muestra la mayor diversidad pese a no contar con demasiadas especies como en LS, esto sugiere que las distancias taxonómicas para el CLLRM son mayores, dicho en otras palabras no hay muchas especies que formen parte del mismo género, familia o hasta orden, caso contrario a LS que su diversidad taxonómica es la menor, indicando que muchas de sus especies pertenecen a un mismo nivel taxonómico (orden, familia, género), resaltando que el tener un número amplio de especies no siempre significa una alta diversidad taxonómica.

Cabe aclarar que ningún sitio alcanza el valor promedio calculado en  $\Delta^+$  lo que indica que en general la diversidad taxonómica es baja en los sitios evaluados y es probable que se deba a que hay menos taxones presentes en comparación a otros sitios como en LS. Molina, (2013) menciona que “los intervalos de confianza determinan un posible rango de valores en el que se contiene el valor buscado”. El hecho de que LS salga del intervalo de confianza sugiere que se trata de un sitio con mayor cantidad de especies presentes en comparación a los otros respecto al tamaño muestra. LS fue el que mayor número de especies registró, lo que muestra que es un sitio diferente al resto en términos de diversidad taxonómica.

El gráfico de embudo de  $\lambda^+$  refleja valores complementarios a  $\Delta^+$ , pues la tendencia se mantiene en que CLA es el sitio con menor riqueza de especies, el CLLRM como el de mayor diversidad, pero mediana riqueza de especies y LS como el sitio de mayor riqueza pero con menor diversidad taxonómica que el CLLRM, todos los sitios en  $\lambda^+$  se encuentran por arriba de la media calculada que indicaría que la diversidad taxonómica es relativamente alta, lo contrario que se muestra en la media de  $\Delta^+$ , sin embargo, el CLLRM se encuentra ligeramente arriba del intervalo de confianza, lo que representa un valor mayor al esperado dentro de lo establecido por el nivel de confianza.

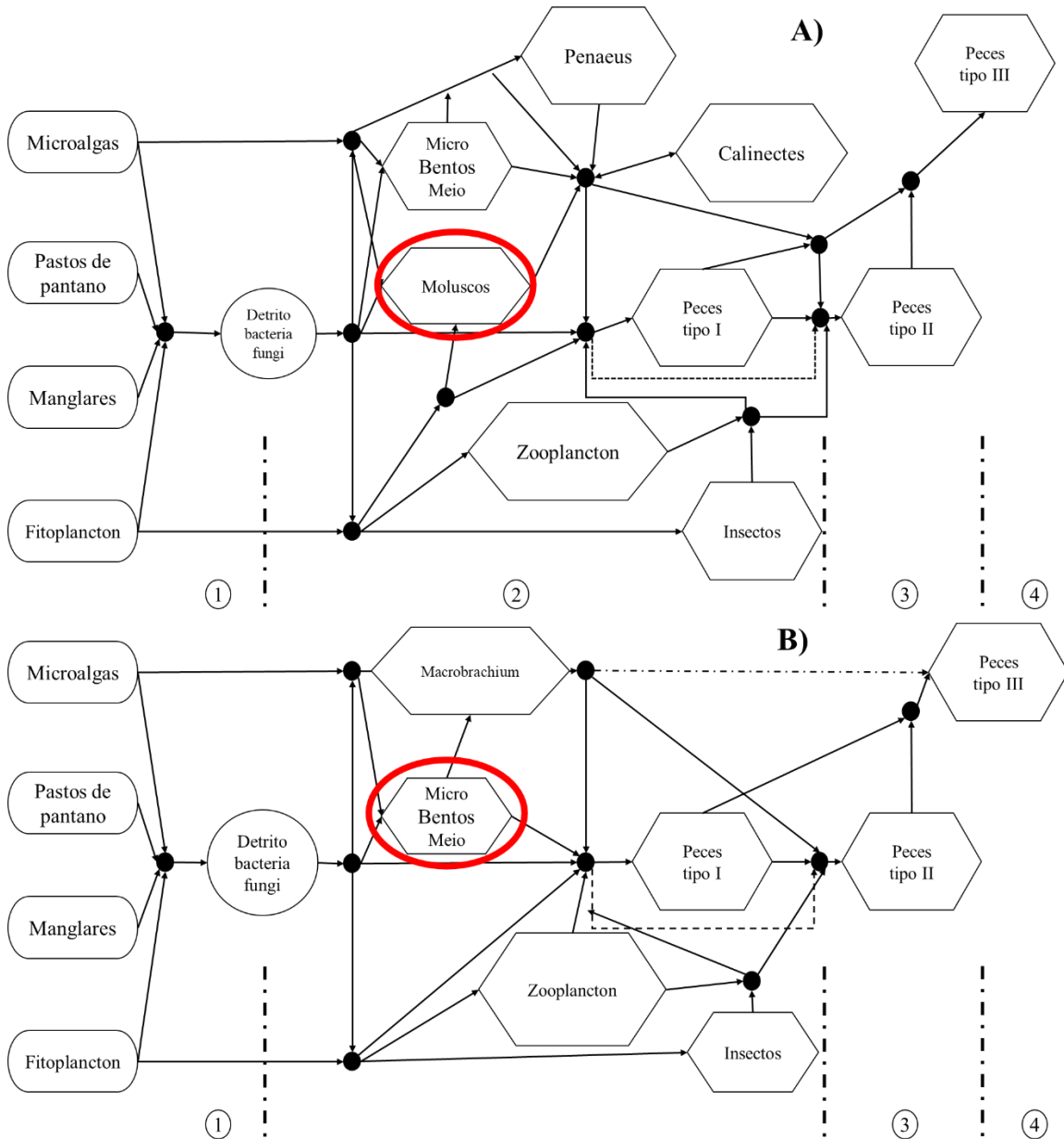
### **Aspectos de la Comunidad Malacológica**

Con la compilación de resultados (Figura 16 A), se entiende que los gasterópodos son mayormente de afinidad salobre y en bivalvos a ambiente marino, sin embargo, hay que tomar en cuenta que muchos muestreos fueron realizados en tiempos y estaciones de muestreo diferente, en las que el aspecto de la salinidad pudo ser variable según el tiempo climático en que se realizó la colecta y la estación de muestreo.

Los moluscos dulceacuícolas son grupos diversos, que se encuentran en cuerpos de agua de diferentes tipos. Algunas especies tienen amplia distribución y pueden colonizar nuevos hábitats rápidamente, mientras que otras son más restringidas en su distribución (Naranjo y Oliviera, 2014). En los sistemas acuáticos la salinidad y temperatura son algunas propiedades que limitan la distribución de los invertebrados (Kinne, 1971), Todos los organismos tienen límites de tolerancia y fuera de estos los organismos no podrían sobrevivir, crecer o reproducirse de forma óptima (Albarrán *et al.*, 2017). El aumento de la salinidad en los ecosistemas es uno de los factores que tiene impacto en la distribución, abundancia y en el desarrollo de los organismos; incluso distintas especies del mismo género pueden tener diferentes rangos de tolerancia a la salinidad (Eckert *et al.*, 1989).

Se ha documentado una división de gremios tróficos en lagunas costeras según aspectos bióticos y abióticos. En un primer grupo A (Figura 17) se encuentran secciones de la laguna más cercanas a la desembocadura al mar, con alta biomasa fitoplanctónica, variable cantidad de detrito y organismos macrobentónicos, poco manglar y comunidad nectónica y

segundo, grupo B (Figura 17) en secciones alejadas de la desembocadura, con salinidades bajas y poca biomasa fitoplanctónica, gran cantidad de detrito y consumidores primarios como planctógrafos, detritívoros y omnívoros (Yáñez, 1977).



**Figura 17.** A) Trama trófica en lagunas correspondientes al Grupo A, que reciben marcada influencia marina. B) Trama trófica en lagunas del Grupo B, oligohalinas, que reciben poca influencia marina. Las flechas señalan las principales vías del flujo energético a través de las relaciones tróficas comunes y el círculo rojo indica la posición en la que estaría situada la comunidad malacológica. Tomado y editado de Yáñez (1977).

En la figura 17 A), el primer nivel de la estructura trófica está compuesto por productores primarios (microfitobentos, pastos pantanosos, manglares, fitoplancton y detrito). El segundo nivel incluye consumidores primarios como gasterópodos, bivalvos (marcado en el círculo rojo), crustáceos y microfauna. Los niveles 3 y 4 están integrados por carnívoros superiores. En la figura 17 B), las relaciones tróficas son más simples. El primer nivel consiste en productores primarios como microfitobentos, pastos pantanosos, manglares y fitoplancton abundante. En el segundo nivel incluye microfauna asociada a la formación del detritus, como bacterias, hongos y macrobentónicos, con presencia de gasterópodos y bivalvos. Los niveles 3 y 4 están formados por carnívoros superiores (Yáñez, 1977).

Teniendo en cuenta la dinámica del CLLRM, CLA y LS, lo anterior se puede extrapolar determinando los valores bióticos y abióticos y así suponer que las redes tróficas pueden ser similares. La importancia ecológica que tienen los gasterópodos se relaciona con las cadenas alimenticias y energéticas de las cuales forman parte ya que estos como se ilustró en la figura 16 B) prefieren el hábito carnívoro mientras que en bivalvos son de afinidad suspensívora. Además, son formadores de suelo y los remanentes de los cuerpos y conchas de los moluscos se integran al ambiente y se recicla la materia orgánica como el nitrógeno y el fósforo (Naranjo, 2016).

Existen grupos de especies que comparten el uso de ciertos recursos ambientales de manera similar. Esto nos ayuda a entender cómo los moluscos utilizan la energía disponible en el ecosistema y nos brinda información indirecta sobre las características físicas del entorno (Odum, 1997).

La distribución de organismos bentónicos sésiles está determinada por la dureza del sustrato. Se utilizan los términos epifauna e infauna para distinguir aquellos que viven sobre o dentro del sustrato. La caracterización de la distribución en sustratos blandos o semiduros ha generado interpretaciones divergentes: algunos apoyan la dependencia de los organismos al sustrato, y la relativa a los que lo niegan (Stuardo y Villarroel, 1974).



El manejo de todos los datos registrados en las tres lagunas arroja que los gasterópodos son de hábito epifaunal, y en bivalvos infaunales (Figura 16 C). Lo cual podría relacionarse con su estilo de vida, pues los gasterópodos requieren buscar su alimento, mientras que los bivalvos son filtradores y no requieren de locomoción para encontrarlo, más bien dependen de las corrientes acuáticas y de la materia orgánica suspendida en el agua, sin embargo, al optar por dicha estrategia es que podrían ser sepultados por sedimento y así formar parte de la infauna.

El tipo de sustrato es un factor ambiental clave que afecta la distribución y abundancia de los moluscos bentónicos (Landa, 1991). Las comunidades bentónicas, especialmente los invertebrados, son importantes en los ecosistemas acuáticos debido a su papel en la transferencia de energía y su sensibilidad a las alteraciones ambientales. Por esta razón, varias especies de invertebrados se consideran indicadores biológicos (Morales *et al.*, 2016). Sin la presencia del sustrato adecuado la distribución de las especies estaría limitada.

De manera general los gasterópodos prefieren habitar entre la vegetación sumergida, tal vez relacionado con el hábito alimenticio, ya que es ahí donde podrían encontrar otras especies que puedan consumir y con respecto a bivalvos se encuentran mayormente asociados a sustratos arenosos con posible relación a su pertenencia a la infauna y al mismo tiempo con su hábito alimenticio de tipo suspensívoro (Figura 16 D).

## Conclusiones

- La recopilación de datos bibliográficos sobre una o varias especies en un espacio determinado proporciona información sobre la abundancia y riqueza de dichas especies en una comunidad. Este recuento de especies documentadas en diferentes publicaciones provee información adicional sobre poblaciones menos comunes que se han registrado a lo largo del tiempo.
- La taxonomía de las clases Gastropoda y Bivalvia ha evolucionado gracias a la incorporación de nuevas técnicas genéticas y morfológicas. Mantener los inventarios faunísticos actualizados es vital para asegurar que la taxonomía siga siendo precisa y valiosa y así continúe contribuyendo al avance de ramas como la evolución, filogenia o biogeografía.
- La curva acumulativa indica que estamos cerca de conocer la diversidad real, pese a que en los últimos años se han documentado nuevas especies estas han sido pocas. El uso de metodologías más eficientes tales como la draga Van Veen o arrastres con red biológica en estaciones de colecta con vegetación sumergida, junto con muestreos controlados y planificados podrían revelar nuevos registros.
- Las comunidades malacológicas en los tres sitios estudiados difieren en composición y muestran baja similitud en riqueza, posiblemente debido a disparidades en el tamaño de muestra entre LS - CLLRM y CLA, lo que sugiere una subestimación de las comunidades. Además, la prueba de diversidad taxonómica destaca que no se requiere una alta riqueza de especies para tener una comunidad taxonómicamente diversa.
- Cada aspecto biológico de la comunidad malacológica es diverso, en la compilación de resultados se revela que cada aspecto se relaciona con otro, tal como la alimentación con el hábito bentónico y microhábitat. Los gasterópodos y bivalvos son miembros importantes en el ecosistema ya que transportan energía a niveles tróficos superiores y contribuyen a la formación de detrito a través del desgaste de sus conchas, reciclando e integrando materia orgánica al sistema.

## Literatura citada

- Abbott, R. y Dance, S. (2000). *Compendium of seashells. A full color guide to more than 4,200 of the world's marine shells*. Odyssey Publishing.
- Albarrán, N., Rangel, L., Gama, L., Arévalo, J., Moguel, E. y Pacheco, C. (2017). Tolerancia a la salinidad aguda de gasterópodos dulceacuícolas nativos e introducidos en Tabasco, México. *Hidrobiologica*, Vol: 27 (2), 145 – 151.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendonza, H., Ospina, M., Umaña, A.M. y Villareal, H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Antolí, V. y García-Cubas, A. (1983). Sistemática y ecología de los moluscos en las lagunas costeras Carmen y Machona, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 12 (1): 145-188.
- Álvarez, A. y Gaitán, J. (1994). *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. México: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Arroyo, J. (1986). *Evaluación de algunos aspectos biológicos y poblacionales del ostión Crassostrea virginica (Gmelin) en el sistema lagunar de Mandinga, Ver.* México. D.F. Escuela nacional de estudios profesionales Iztacala. Universidad nacional autónoma de México.
- Baselga, A y Gómez-Rodríguez, C. (2019). Diversidad alfa, beta y gamma: ¿Cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova acta científica compostelana (Biologia)*. 26. 39-45 pp.
- Barreto, O. (2019). *Análisis ecológico de la comunidad zoobentónica del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, Mex.* Estado de México. FES-Iztacala, UNAM.
- Bello, J., Gómez L., Magaña, V., Graizbord, B., Hopólito, P. y Cervantes, M. (2009). Descripción detallada de los sitios piloto. En Buenfil, J. (ed), *En Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del golfo de México* (p:435). México: SEMARNAT & INC.
- Brusca, C., Moore, W. y Shuster, S. (2016). *Invertebrados* 3ra Edición. Sunderland, Massachusetts USA: Sinauer Associates, Inc.

- Camacho, H. y Del Río, C. (1998). *Moluscos marinos miocenos de la Argentina y del Uruguay*. Buenos Aires, Argentina: Chapter: 1 Publisher: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Camacho, H. (2008). Mollusca. En Camacho, H y Longobbuco, M (Eds). *Los invertebrados fósiles*. Tomo I (pp. 293 - 322). Fundación de Historia Natural Félix Azara: Universidad Maimónides. Buenos Aires, Argentina.
- Camacho, H., Damborenea, E. y Del Río, C. (2008). Bivalvia. En Camacho, H y Longobbuco, M (Eds). *Los invertebrados fósiles*. Tomo I (pp. 387 – 440). Fundación de Historia Natural- Félix Azara. Buenos Aires, Argentina.
- Camacho, H y Del Río, C. (2008). Gastropoda. En Camacho, H y Longobbuco, M (Eds). *Los invertebrados fósiles*. Tomo I (pp. 323-376). Fundación de Historia Natural. Félix Azara. Buenos Aires, Argentina.
- Carmona, G., Morales, J. & Rodríguez, E. (2004). Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: Una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques*. 10 (2), 5-23.
- Carrera, E. (2004). *Ficha informativa de los humedales de ramsar (FIR) laguna Madre*. México. En: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1362RIS.pdf>
- Castán, Y. (2013). *Análisis ecológico de la comunidad zooplanctónica del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz durante las temporadas de secas y lluvias 2008 y secas 2009 y 2010*. FES Iztacala. UNAM.
- Castillo-Rodríguez, Z. (2014). *Biodiversidad de Moluscos marinos en México*. Revista Mexicana de biodiversidad. Vol. 85. S1. 419 - 430 pp.
- Chinolla, M. (1984). *Contribución al conocimiento de la macrofauna bentónica intermareal en Sontecomapan Veracruz*. México. FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Contreras, F y Castañeda, O. (2004). La biodiversidad de las lagunas costeras. *Ciencias*. (76), 46-56 pp.
- Eckert, R., Randall, D., Augustines, G. (1989). *Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones*. Interamericana, Mcgraw-Hill:650 p.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). (2011). *Biodiversidad. El mosaico de la vida*. Ministro de Ciencia e Innovación. Gobierno de España. 11 p.





- Ferriol, M. y Marle, H. (2012). *Los componentes alfa, beta y gama de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales*. Ecosistemas Agroforestales. Universidad Politécnica de Valencia.
- Fernández, M. & Rivas, G. (2007). *Niveles de organización en animales*. México, UNAM, Facultad de Ciencias: Las prensas de ciencias.
- Flores-Coto, C. (1982). Contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz. *Anales del instituto de Ciencias del Mar y Limnología - UNAM*. 7 (1), 141-160 pp.
- Flores, A. (2003). *Invertebrados de las raíces de Eicchornia crassipes (MART.) SOLMS, periodos de secas 2001-2002 en la laguna de Alvarado, Veracruz, México*. México. FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Cubas, A. (1969). *Ecología y distribución de los micromoluscos de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. Geología, Boletín 91, 80 p.
- García-Cubas, A. (1981). Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del golfo de México (laguna de Términos, Campeche, México). *Anales del 64 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México*: 1-182 pp.
- García Cubas, A., y Reguero, M. (1995). Moluscos de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Hidrobiológica*, 5 (1-2), 1-24 pp.
- García-Cubas, A y Reguero, M. (2004). *Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del golfo de México y Mar Caribe*. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- García-Cubas, A. y Reguero, M. (2007). *Catálogo ilustrado de moluscos bivalvos del golfo de México y Mar caribe*. México: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- García-Montes, J. (1988) *Composición, distribución y estructura de las comunidades de macroinvertebrados epibentónicos del sistema lagunar Alvarado, Veracruz*. México. Instituto del Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.



- Gómez, F. (2003). *Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR)*. Manglares y Humedales de la laguna de Sontecomapan. Veracruz, México. Sitio web: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1342RIS.pdf>
- Gómez, L. (2007). Conchas y caracoles en el antiguo occidente de México. Un ensayo de antropología simbólica. En Ríos, E., Esqueda, M. y Galván, C (eds). *Estudios sobre la malacología y conchiliología en México* 8 -10 pp. México: Universidad de Guadalajara. Sociedad Mexicana de Malacología, A.C.
- González-Fierro, A., Vázquez-Botello, A., Villanueva-Fragoso, S. y Ponce-Vélez, G. (1994) Presencia de metales en sedimentos recientes y organismos de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 4 (1-2): 35-43 pp.
- González, L. (2005). Guía ilustrada de los gasterópodos marinos de la bahía de Tenacatita, Jalisco, México. *Scientia cuba*, 7 (1), pp.4-5.
- González, A y Torruco, D. (2010). Estado actual de los moluscos. En Durán, R y Méndez, M. (Eds). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. (pp 213-215). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Gordillo, G. y Cruz, L. (2005). *Ficha informativa de los humedales Ramsar (FIR): laguna de Tamiahua*. Consejo estatal de Protección al Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz. México. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1596RIS.pdf>
- Guzmán, X., Botello, A., Martínez, L. y González, H. (2009). *Effects of heavy metals on the oyster (Crassostrea virginica) at Mandinga Lagoon, Veracruz, Mexico*. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 57 (4), 955-962 pp.
- Haddaway, N., Bethel, A., Dicks, L., Koricheva, J., Macura, B., Petrokofsky, G., Pullin, A., Savilaakso, S. y Stewart, G. (2020). Eight problems with literature reviews and how to fix them. *Nature. Ecology & evolution*, Vol: 4, 1582-1589 pp.
- Halfpeter, G., Moreno, C. y Pineda, E. (2001). *Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera*. M&T, Manuales y Tesis SEA Vol. 2.
- Halfpeter, G. y Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma., En Halfpeter, G Soberón, P., Koleff, P. y Melic, A. (Eds). *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza. IV, 242 pp.



- Kinne, O. (1971). Marine ecology, v. 1. Environmental factors, part 1. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. *Limnology and oceanography*. 16 (5) 841-842 pp. DOI: 10.4319/lo.1971.16.5.0841.
- Landa, V. (1991). *Moluscos bentónicos de la laguna costera Agua dulce, Jalisco, México*. Universidad de Guadalajara, Facultad de ciencias biológicas. México.
- Lara, A., López, J., Martínez, R., Vázquez, A. (2009). *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. Caracterización del sitio de manglar Mandinga, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.
- Lara, A., López, L., Martínez, A. y Vázquez, A. (2009). *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. Caracterización del sitio de manglar Sontecomapan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, DF.
- Lara, A., Contreras, F., Castañeda, O., Barba-Macías, E. y Pérez, M. (2011). Lagunas costeras y estuarios. México. En Cruz, A., Soto, M., Rodríguez, H., Boege, E., De Jesus, E., Márquez, W., Primo, M., Castillo, G., Lara, A., Olguín, E. y Landeros C. (Eds). *La Biodiversidad en Veracruz un estudio de estado*. México: CONABIO.
- López, D. (2002) *Invertebrados asociados al sistema radicular de *Eichhornia crassipes* (mart.) Solms durante la época de lluvias (2001) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México*. México, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maciel, C., Manriquez, N., Octavio, P. y Sánchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25 (2), 3-19 pp.
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Oxford.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y Gleiser, R. (2012). Manual de ecología poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología). Serie Ecología*. 5 (1). Pp: 1-31.
- Mayr, E. (1969). *Principles of systematic zoology*. McGraw-Hill Book Company, New York. 428 pp.



- McMahon, R. (1983). Physiological ecology of freshwater pulmonates. En: Russell-Hunter, W.D. (Ed.), *The Mollusca. Ecology*, vol. 6. Academic Press, Orlando, FL. 359–430 pp.
- Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. *Zapateri*. 3. 07-103 pp.
- Mingüer, A. (2016) *Variación estacional y espacial de la comunidad de invertebrados asociados a las raíces de mangle rojo (Rhizophora mangle) en la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México*. Facultad de Ciencias: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Molina, M. (2013). El significado de los intervalos de confianza. *Lectura crítica en pequeñas dosis. Pediatría atención primaria*. Vol. 115, no 57. Madrid, España. En sitio web: [https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v15n57/lectura\\_critica.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v15n57/lectura_critica.pdf)
- Montiel, P. (2016). *Niveles actuales de hidrocarburos aromaticos policiclicos (HAPs) en organismos bivalvos de la laguna de Alvarado, Veracruz, México*. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morales, M., Zayas, A., Salinas, C. y Mejía, A. (2016). Biocenosis de la comunidad bentónica en la laguna Guerrero negro, Baja California Sur, México: caracterización espacio-temporal. *Latin american journal of aquatic research*. Vol 44 (4). 726 p.
- Naranjo, E. y Oliviera M. (2014). Moluscos dulceacuícolas introducidos e invasores. En Mendoza, R. y Koleff, P. (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 337-345.
- Naranjo, E. (2016). *Moluscos continentales (Mollusca)*, En. Cruz, A., Ortega, M., Mergarejo, E., Perdomo, H. y Contreras, A. (Coords). *La Biodiversidad en Colima Estudio de Estado: 279-287 pp*. México: CONABIO.
- Noriega, J., Santos, A., Aranda, S., Calatayud, J-. De castro, I., Espinoza. V., Hórreo, J., Medina, N., Peláez. M. y Hortal, J. (2015) ¿Cuál es el alcance de la crisis de la Taxonomía? Conflictos, retos y estrategias para la construcción de una Taxonomía renovada. *Ibero Diversidad Entomológica*. Vol. 9. 1-16 pp.
- Novacek, M. (1992). *The meaning of systematics and the biodiversity crisis*. New York, Columbia University Press. 220 pp.



- Odum, U. (1971). *Fundamentals of ecology*. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto.
- Ovando, J. (2016). *Ammonites del aptiano superior-albiano inferior (cretácico inferior) de la sección de cerro chino del estado de Chihuahua, Noroeste de México*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Padial, J., Miralles, A., De la Riva, I. y Vences, M. (2010) The integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology*. Vol. 7: 1-16 pp.
- Pagani, M. (2011). Los moluscos a través del registro fósil, la fauna de moluscos marinos del Paleozoico superior de Patagonia. En Bigatti, G y Van der Molen, S. (Eds). *Libro de resúmenes VIII Congreso latinoamericano de Malacología*. (p. 45). VIII Clama.
- Palacios, D. (2011). *Patrones latitudinales de composición y diversidad funcional de peces asociados a la pesca de camarón del pacífico mexicano*. Tesis que para obtener el grado en ciencias marinas. Instituto Politécnico Nacional. La paz, Baja California Sur.
- Paniagua-Cano, E., Granados-Sánchez, D. y Granados-Victorino, R. (2018). Estructura, bienes y servicios del manglar de Mandinga, Veracruz. *Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 24 (2). 171-181.
- Pérez, J., y Avila, A. (1983). *Aislamiento de enterobacterias en ostión (Crassostrea virginica). Proveniente del sistema lagunario de Mandinga, Veracruz*. México. D.F: Facultad de Química, Universidad nacional autónoma de México.
- Pérez, R., Zaldivar, A., Pérez, L., Cervantes, P., Pérez, J., Faustino, J., Absalón, C. y Gómez A. (2014). *Informe final. Diagnostico ambiental de los sitios de los manglares del sitio ramsar laguna de Sontecomapan*. Comunidad de Restauradores de Sontecomapan, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas, asesoría técnica y estudios costeros. Catemaco, Veracruz.
- Portilla, L. (1989). *Aspectos taxonómicos y ecológicos de los moluscos bentónicos en la laguna de Tamiahua, Veracruz*. Edo. Mex, México: Universidad Nacional Autónoma de México. FES Iztacala.



- Portilla, E. (2003). *Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR) sistema lagunar de Alvarado*. Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1355RIS.pdf>
- Pyron, M. y Brown, K. (2014). *Introduction to Mollusca and the Class Gastropoda*. En: Thorp, J. y Rogers, C. (Eds). *Ecology and General Biology Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - Volume I (383 - 413)*. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney y Tokyo: Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Ramírez, A. (2002) *Invertebrados asociados al sistema radicular de *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, durante la temporada de nortes (octubre 2000 - marzo 2001) en el Sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. México.*
- Ramírez, A. (2007) *Estructura y relaciones ecológicas de los invertebrados asociados a praderas de pastos sumergidos (*Ruppia marítima* L.) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México*. FES Iztacala, Universidad nacional autónoma de México.
- Ramírez, M. y Urbano B. (2014) Moluscos invasores de México. CONABIO. *Biodiversitas*, 112:6-9 pp.
- Reguero, M. y García-Cubas, A. (1989). Moluscos de la laguna de Alvarado, Veracruz: sistemática y ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reguero, M. y García-Cubas, A. (1993). Moluscos del complejo lagunar larga - redonda - mandinga, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Hidrobiológica*, 3, 41-70 pp.
- Ríos, E., Hermosillo, A. y Galván, C. (2016). Moluscos marinos (Mollusca), En: Cruz, A., Ortega, M., Mergarejo, E., Perdomo, H. y Contreras, A. (Coords). *La biodiversidad en Colima estudio de estado: 279-287 pp*. México: CONABIO.
- Rocha, A. (2007) *Distribución y abundancia de los invertebrados de las raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, en el sistema lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz, México*. México, FES Iztacala, Universidad nacional autónoma de México.

- Rodríguez, A., Barreto, O. y Vázquez, H. (2019). Diversidad de invertebrados bentónicos del sistema lagunar de Mandinga. Veracruz, México. *Novitates Caribaea*, vol, 14, 128-146 pp.
- Rodríguez, G. (2021). *Invertebrados y aves playeras de la laguna Madre de Tamaulipas, México (Moluscos)*. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad CONABIO. Sitio web: <https://www.gbif.org/es/dataset/f8a42ec9-98c5-46bf-1f5-20f070f7b367>
- Romero, S. (2018) *Atributos tafonómicos de moluscos holocénicos, laguna de Mandinga Veracruz, México*. CDMX, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ruppert, E. y Barnes, R. (1995). *Zoología de los invertebrados*. 380 p. McGraw-Hill Interamericana.
- Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez-Huitzil, R. y Zambrano, L. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Sánchez, M. y Ocaña, A. (2015). *Estructura y variación estacional de la comunidad ictioplanctónica en una laguna hipersalina del oeste del golfo de México: laguna Madre, Tamaulipas*. *Hidrobiológica*: 25 (2): 175-186 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2015). *Programa de manejo área de protección de flora y fauna laguna madre y delta del río bravo*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAMP), México.
- Simpson, G. (1961). *Principles of animal taxonomy*. Columbia University Press, New York. 247 pp.
- Smith, T. y Smith R. (2007). *Ecología*. 6.<sup>a</sup> Edición. Pearson educación. Madrid, España.
- Stuardo, J y Villarroel, M. (1974). *Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México*. *Anales del centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Terán, J. (2019) *Bioacumulación tisular progresiva de metales pesados en el ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin 1792), de la laguna de Mandinga*. Veracruz CDMX, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.



- Vázquez, A., Rodríguez, M. y Ramírez, P. (2009). *Caracterización del sitio de manglar Sistema lagunar de Alvarado Veracruz*, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México.
- Venegas, Y. (2003). *Ficha informativa de los humedales de ramsar (FIR): laguna de Términos*. Área de protección de flora y fauna laguna de Términos. México. En sitio web: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1356RIS.pdf>
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, F., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Wakida, A., y MacKenzie, C. (2004) Rangia and Marsh Clams, Rangia cuneata, R. flexuosa, and Polymesoda caroliniana, in Eastern México: Distribution, Biology and Ecology, and Historical Fisheries. *Marine Fishers*. 66 (3) 13-20 pp.
- Wheeler, Q. (2008). *Introductory. Toward the new taxonomy*. Pp. 1-17
- Wiens, J y Graham, C. (2005). Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Ecology, Evolution and Systematics*, 36, 519-539 pp.
- Wilson, J. (1985). *Time to revive systematics*. Science, 230: 1227.
- Wolda, H. (1981). Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia*. 50: 296-302
- Yáñez, A (1977). Patrones ecológicos y variación cíclica de la estructura trófica de las comunidades nectónicas en lagunas costeras del Pacífico de México. “Marine Sciences in the Americas” intercienca association, en Panel II “Ecology and environmental protection, San José, Costa Rica. *Anales del centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Zunino, M. & Palestrini, C. (1991). El concepto de especie y la biogeografía. *Anales de Biología*, 17 (Biología Animal, 6), 85-88 pp.
- Zunino, M. & Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*. México: Fondo de Cultura Económica.





## Apéndices

**Apéndice a.** Recopilación de todas las especies de gasterópodos y bivalvos documentados en el Complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga, Complejo lagunar de Alvarado y laguna de Sontecomapan según se encontró en el registro histórico. Se muestran las colectas realizadas por diferentes autores en caso de que se hayan especificado. \*Nivel jerárquico como superorden.

### Complejo lagunar Larga - Redonda - Mandinga, Veracruz, México

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas		
Caenogastropoda	Caenogastropoda	Cerithioidea	Potamididae		<i>Cerithideopsis costata</i> <sup>21</sup>			
					<i>Cerithideopsis pliculosa</i> <sup>22 y 23</sup>			
					<i>Cerithideopsis scalariformis</i> <sup>21</sup>			
	Neogastropoda	Buccinoidea	Pisaniidae		<i>Bailya parva</i> <sup>21</sup>			
Neritimorpha	Cycloneritida	Neritoidea	Neritidae	Neritinae	<i>Neritina usnea</i> <sup>22 y 23</sup>			
Opisthobranchia	Archaeogastropoda	Neritacea	Neritidae		<i>Acteocina canaliculata</i> <sup>6</sup>	36		
					<i>Odostmia impressa</i> <sup>6</sup>	4		
					<i>Odostomia weberi</i> <sup>6</sup>	45		
					<i>Pyramidella fusca</i> <sup>6</sup>	6		
					<i>Smaragdia viridis</i> <sup>6</sup>	2		
					<i>Neritina reclinata</i> <sup>6 y 16</sup>	37 <sup>6</sup>		
					<i>Neritina virginea</i> <sup>6, 16, 21, 22 y 23</sup>	18 <sup>6</sup>		
Prosobranchia	Mesogastropoda	Architectonicacea	Architectonidae		<i>Heliacus bisulcata</i> <sup>6</sup>	1		
		Cerithiacea		Cerithiidae	Diastominae	<i>Diastoma varium</i> <sup>6</sup>	3	
				Potamididae		<i>Cerithidea pliculosa</i> <sup>6</sup>	89	
					Cyclostrellidae		<i>Cyclostremella humilis</i> <sup>6</sup>	1
					Hydrobiidae		<i>Hydrobia totteni</i> <sup>6</sup>	851
							<i>Littoriidina sphinctostoma</i> <sup>6</sup>	2954
			Rissoacea	Rissoidae	Cingulidae		<i>Cingula floridana</i> <sup>6</sup>	1
						Teinostomatinae	<i>Teinostoma biscaynense</i> <sup>6</sup>	2
			Vitrinellidae	Vitrinellinae	<i>Cyclostremiscus jaeneae</i> <sup>6</sup>	2		
					<i>Cyclostremiscus suppressus</i> <sup>6</sup>	17		



Neogastropoda	Buccinacea	Buccinacea		<i>Phos candei</i> <sup>6</sup>	1
		Nassariidae		<i>Nassarius acutus</i> <sup>6 y 21</sup>	1 <sup>6</sup>
		Turridae	Mangeliinae	<i>Pyrgocythara plicosa</i> <sup>6</sup>	1

### Bivalvos del Complejo lagunar - Larga - Redonda - Mandinga

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas	
Heterodonta	Veneroida	Cariacea	Cardidae	Trachycardiinae	<i>Trachycardium muricatum</i> <sup>6</sup>	1	
		Dreissenacea	Dreissenidae		<i>Mytilopsis leucophaeata</i> <sup>6</sup>	4	
		Mactracea	Mactridae	Mactrinae		<i>Mulinia lateralis</i> <sup>6 y 21</sup>	232 <sup>6</sup>
						<i>Rangia cuneata</i> <sup>6 y 21</sup>	2051 <sup>6</sup>
						<i>Rangia flexuosa</i> <sup>6, 12 y 21</sup>	8 <sup>6</sup>
		Tellinacea	Tellinidae	Solecurtidae		<i>Tagelus divisus</i> <sup>6</sup>	6
						<i>Tagelus plebeius</i> <sup>6</sup>	10
				Macominae		<i>Macoma tenta</i> <sup>6</sup>	1
					Tellininae	<i>Tellina alternata</i> <sup>6</sup>	1
				<i>Tellina laevigata</i> <sup>6</sup>	1		
Palaeotaxodonta	Pteroida	Ostreacea	Ostreidae		<i>Crassostrea virginica</i> <sup>1, 3, 7, 17, 18, 21, 22, 23 y 24</sup>	20 <sup>1</sup> , 1,138 <sup>3</sup> , 90 <sup>17</sup> , 50 <sup>24</sup>	
Pteriormorphia	Arcida	Arcoidea	Arcidae		<i>Anadara transversa</i> <sup>21</sup>		
	Mytiloida	Mytilacea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Brachidontes exustus</i> <sup>6, 22 y 23</sup>	81 <sup>6</sup>	
					<i>Brachydontes recurvus</i> <sup>7 y 18</sup>		
				<i>Ischadium recurvum</i> <sup>6 y 21</sup>	146 <sup>6</sup>		

### Gasterópodos del Complejo lagunar de Alvarado

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
Heterobranchia	Hygrophila*	Lymnaeoidea	Lymnaeidae	Lymnaeinae	<i>Fossaria sp</i> <sup>10, 11, y 13</sup>	14 <sup>13</sup>
			Physidae	Physinae	<i>Physella sp</i> <sup>10 y 11</sup>	
			Planorbidae	Ancylinae	<i>Laevapex sp</i> <sup>10 y 11</sup>	
				Planorbinae	<i>Gyraulus sp</i> <sup>10 y 11</sup>	



### Gasterópodos del Complejo lagunar de Alvarado

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas	
Opisthobranchia	Cephalaspidea	Acteonacea	Acteocinidae		<i>Acteocina canaliculata</i> <sup>5</sup>	4 <sup>5</sup>	
	Pyramidelloida	Pyramidellacea	Pyramidellidae	Odostomiinae	<i>Odostomia impressa</i> <sup>5</sup> <i>Odostomia weberi</i> <sup>5</sup>	106 <sup>5</sup> 24 <sup>5</sup>	
Prosobranchia	Archaeogastropoda	Neritacea	Neritidae		<i>Neritina reclivata</i> <sup>4, 5, 9, 10, 11, 13 y 14</sup>	2220 <sup>4</sup> , 4923 <sup>5</sup> , 4509 <sup>13</sup>	
					<i>Neritina virginea</i> <sup>4, 5, 9, 10, 11, 13 y 14</sup>	253 <sup>4</sup> , 1448 <sup>5</sup> , 7260 <sup>13</sup>	
	Mesogastropoda	Cerithiniacea	Cerithidae	Cerithipsonae	<i>Cerithiopsis emersonii</i> <sup>5</sup>	1 <sup>5</sup>	
		Rissoacea	Hydrobiidae		<i>Hydrobia totteni</i> <sup>5 y 13</sup>	484 <sup>5</sup> , 1839 <sup>13</sup>	
	Mesogastropoda	Rissoacea	Hydrobiidae Rissoidae		<i>Littoridina sphinctostoma</i> <sup>5 y 13</sup> <i>Pyrgophorus sp</i> <sup>10 y 11</sup>	2626 <sup>5</sup> , 59 <sup>13</sup>	
					<i>Pyrgophorus spinosus</i> <sup>5</sup>	57 <sup>5</sup>	
				Cingulinidae	<i>Cingula floridanus</i> <sup>5</sup>		
				Pilidae	<i>Pomacea flagellata</i> <sup>5</sup>		
	Neogastropoda	Muricacea	Nassariidae	Potamididae	Potamidinae	<i>Cerithidea pliculosa</i> <sup>5</sup>	773 <sup>5</sup>
					<i>Seila adamsi</i> <sup>4</sup>	33	
				<i>Nassarius acutus</i> <sup>5 y 13</sup>	24 <sup>13</sup>		

### Bivalvos del Complejo lagunar de Alvarado

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
Heterodonta	Veneroida	Corbiculacea	Corbiculidae		<i>Polymesoda caroliniana</i> <sup>5</sup> <sub>12, 13 y 20</sub>	1018 <sup>5</sup> , 271 <sup>13</sup>
		Dreissenacea	Dreissenidae		<i>Mytilopsis leucophaeata</i> <sup>5 y</sup> <sub>13</sub>	2736 <sup>5</sup> , 37 <sup>13</sup>
		Mactracea	Mactridae	Mactrinae	<i>Mulinia lateralis</i> <sup>5 y 13</sup>	5388 <sup>5</sup> , 4 <sup>13</sup>
					<i>Rangia cuneata</i> <sup>4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 20</sup>	40 <sup>4</sup> , 1747 <sup>13</sup>
				<i>Rangia flexuosa</i> <sup>5, 12 y 20</sup>	41496 <sup>5</sup>	
	Tellinacea	Solecurtidae		<i>Tagelus plebeius</i> <sup>5 y 13</sup>	32 <sup>5</sup> , 6 <sup>13</sup>	
Palaeotaxodonta	Mytiloida	Mytilacea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Brachidontes exustus</i> <sup>5, 11, 13, y 14</sup>	808 <sup>5</sup> , 555 <sup>13</sup>



### Bivalvos del Complejo lagunar de Alvarado

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
					<i>Ischadium recurvum</i> <sup>5, 10, 11, 13 y 14</sup>	1154 <sup>5</sup> , 18 <sup>13</sup>
					<i>Mytilius edulis</i> <sup>4, 9 y 10</sup>	134 <sup>4</sup>
	Pteroida	Ostreacea	Ostreidae		<i>Crassostrea rhizophorae</i> <sup>5 y 20</sup>	4 <sup>5</sup>
					<i>Crassostrea virginica</i> <sup>5, 13 y 20</sup>	203 <sup>5</sup> , 2 <sup>13</sup>

### Gasterópodos de la laguna de Sontecomapan

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
Caenogastropoda	Architaenioglossa	Ampullarioidea	Ampullariidae	Pomaceinae	<i>Pomacea flagellata</i> <sup>15</sup>	
					<i>Ampullaria belizensis</i> <sup>15</sup>	
	Littorinimorpha		Littorinidae		<i>Littorina angulifera</i> <sup>9</sup>	2 <sup>9</sup>
	Neogastropoda	Buccinoidea	Fascioliidae	Fascioliinae	<i>Pleuroploca gigantea</i> <sup>15</sup>	
Opisthobranchia			Melongenidae		<i>Melongena melongena</i> <sup>15</sup>	
	Cephalaspidea	Bullacea	Acteocinidae		<i>Acteocina canaliculata</i> <sup>8</sup>	
			Atyidae		<i>Haminoea succinea</i> <sup>8</sup>	
			Bullidae		<i>Bulla striata</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
	Entomotaeniata	Pyramidellacea	Pyramidellidae	Odostomiinae	<i>Odostomia impressa</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
Archaegastropoda					<i>Neritina reclinata</i> <sup>8, 15 y 19</sup>	316 <sup>8</sup>
		Neritacea	Neritidae		<i>Neritina virginea</i> <sup>2, 8 y 15</sup>	395 <sup>2</sup> , 258 <sup>8</sup>
Prosobranchia		Calyptraeacea	Calyptraeidae	Crepidulinae	<i>Crepidula plana</i> <sup>8</sup>	
		Cerithiacea	Cerithiidae	Diastominae	<i>Diastoma varium</i> <sup>8</sup>	
			Potomididae		<i>Cerithidea pliculosa</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
	Mesogastropoda	Naticacea	Naticidae	Polinicinae	<i>Polinices duplicatus</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
		Rissoacea	Hydrobiidae		<i>Littoridina sphinctostoma</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
			Truncatellidae		<i>Truncatella pulchella</i> <sup>8</sup>	
		Turritellacea	Caecidae		<i>Caecum pulchellum</i> <sup>8</sup>	
Neogastropoda			Buccinidae		<i>Phos candei</i> <sup>8</sup>	
		Buccinacea	Columbellidae		<i>Anachis avara</i> <sup>8</sup>	



### Gasterópodos de la laguna de Sontecomapan

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
					<i>Anachis lafresnayi</i> <sup>8</sup>	
					<i>Mitrella lunata</i> <sup>8</sup>	
			Nassariidae		<i>Nassarius acutus</i> <sup>8</sup>	7 <sup>8</sup>
					<i>Nassarius vibex</i> <sup>8</sup>	
		Volutacea	Olividae	Olivinellinae	<i>Olivella minuta</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>

### Bivalvos de la laguna de Sontecomapan

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
					<i>Corbula contracta</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
		Myacea	Corbilidae		<i>Corbula dietziana</i> <sup>8</sup>	
					<i>Corbula swiftiana</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
	Myoida		Myidae		<i>Sphenia antillensis</i> <sup>8</sup>	
		Pholadacea	Pholadidae	Martesiinae	<i>Martesia striata</i> <sup>8</sup>	
			Teredinidae		<i>Bankia fimbriatula</i> <sup>19</sup>	
					<i>Neoteredo reynei</i> <sup>19</sup>	2 <sup>19</sup>
		Cardiacea	Cardiidae	Trachycardiinae	<i>Trachycardium muricatum</i> <sup>8</sup>	
		Dreissenacea	Dreissenidae		<i>Mytilopsis leucophaeata</i> <sup>8 y 19</sup>	11 <sup>8</sup>
		Galeommatacea	Montaculidae	Montaculinae	<i>Mysella planulata</i> <sup>8</sup>	
Heterodonta			Lucinidae		<i>Lucina multineata</i> <sup>8</sup>	4 <sup>8</sup>
		Lucinacea			<i>Lucina pectinata</i> <sup>8</sup>	4 <sup>8</sup>
			Ungulinidae		<i>Diplodonta punctata</i> <sup>8</sup>	
	Veneroida			Mactrinae	<i>Mulinia lateralis</i> <sup>8</sup>	102 <sup>8</sup>
		Mactracea	Mactridae		<i>Rangia cuneata</i> <sup>8 y 12</sup>	1 <sup>8</sup>
					<i>Rangia flexuosa</i> <sup>8 y 12</sup>	42 <sup>8</sup>
			Donacidae		<i>Donax variabilis</i> <sup>8</sup>	
				Srobiculariinae	<i>Abra aequalis</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
		Tellinacea	Semelidae		<i>Abra lioica</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
					<i>Semele proficua</i> <sup>8</sup>	



## Bivalvos de la laguna de Sontecomapan

Subclase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Especie	# Colectas
			Solecurtidae		<i>Tagelus divisus</i> <sup>8</sup>	4 <sup>8</sup>
					<i>Tagelus plebeius</i> <sup>8</sup>	20 <sup>8</sup>
				Macominae	<i>Macoma tenta</i> <sup>8</sup>	4 <sup>8</sup>
				Tellininae	<i>Tellina alternata</i> <sup>8</sup>	
			Tellinidae		<i>Macoma brevifrons</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
					<i>Macoma constricta</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
					<i>Macoma tageliformis</i> <sup>8</sup>	
				Chioninae	<i>Chione cancellata</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
				Cyclininae	<i>Cyclinella tenuis</i> <sup>8</sup>	4 <sup>8</sup>
		Veneracea	Veneridae		<i>Chione grus</i> <sup>8</sup>	5 <sup>8</sup>
					<i>Chione paphia</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
					<i>Mercenaria campechiensis</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
			Donacidae		<i>Donax roemeri</i> <sup>2</sup>	194 <sup>2</sup>
Palaeotoxodonta	Nuculoida	Nuculanacea	Nuculanidae		<i>Nuculana acuta</i> <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>
	Ostreoida		Ostreoidae		<i>Crassostrea rhizophorae</i> <sup>7 y 19</sup>	36 <sup>19</sup>
					<i>Anadara floridana</i> <sup>8</sup>	31 <sup>8</sup>
	Arcoida	Arcacea	Arcidae	Anadarinae	<i>Anadara ovalis</i> <sup>8</sup>	1 <sup>8</sup>
					<i>Anadara transversa</i> <sup>8</sup>	
				Crenellinae	<i>Musculus lateralis</i> <sup>8</sup>	
Pteriomorphia	Mytiloida	Mytilacea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Brachidontes exustus</i> <sup>7, 8 y 19</sup>	3 <sup>8</sup>
					<i>Ischadium recurvum</i> <sup>19</sup>	1334 <sup>19</sup>
		Pinnacea	Pinnidae		<i>Atrina seminuda</i> <sup>8</sup>	
		Anomiacea	Anomiidae		<i>Anomia simplex</i> <sup>8</sup>	
	Pteroidea				<i>Isognomon alatus</i> <sup>8 y 19</sup>	
		Pteriacea	Isognomonidae		<i>Isognomon bicolor</i> <sup>8</sup>	

Pérez y Ávila (1983)<sup>1</sup>, Chinolla (1984)<sup>2</sup>, Arroyo (1986)<sup>3</sup>, García – Montes (1988)<sup>4</sup>, Reguero y García-Cubas (1989)<sup>5</sup>, Reguero y García-Cubas (1993)<sup>6</sup>, González-Fierro, *et al.* (1994)<sup>7</sup>, García-Cubas y Reguero (1995)<sup>8</sup>, López (2002)<sup>9</sup>, Ramírez (2002)<sup>10</sup>, Flores (2003)<sup>11</sup>, Wakida y Mackenzie (2004)<sup>12</sup>, Ramírez (2007)<sup>13</sup>, Rocha (2007)<sup>14</sup> CONABIO (2008)<sup>15</sup>, CONABIO (2008)<sup>16</sup>, Guzmán (2009)<sup>17</sup>, Castán (2013)<sup>18</sup>, Mingüer (2016)<sup>19</sup>, Montiel (2016)<sup>20</sup>, Romero (2018)<sup>21</sup>, Barreto (2019)<sup>22</sup>, Rodríguez *et al.* (2019)<sup>23</sup> y Terán (2019)<sup>24</sup>.



**Apéndice b.** Matriz utilizada para determinar índices de similitud de Jaccard y Sorensen. 1=presencia y 0=ausencia en cada sitio o conjunto.

Especie/Sitio	LS	CLLRM	CLA	LS-CLLRM	LS-CLA	CLLRM-CLA
<i>Abra equalis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Abra lioica</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Acteocina canaliculata</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Anadara secticostata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Anadara transversa</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Anomia simplex</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Antillophos candeanus</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Astyris lunata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Atrina seminuda</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Austromacoma constricta</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Bailya parva</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Bankia fimbriatula</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Bittolum varium</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Boonea impressa</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Brachidontes exustus</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Bulla striata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Caecum pulchellum</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Carycorbula contracta</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Carycorbula swiftiana</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Cerithideopsis costata</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cerithideopsis pliculosa</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Cerithideopsis scalariformis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Chione cancellata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Chioneryx grus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Corbula dietziana</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Costoanachis avara</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Cotonopsis lafresnayi</i>	1	0	0	0	0	0

Especie/Sitio	LS	CLLRM	CLA	LS-CLLRM	LS-CLA	CLLRM-CLA
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	1	0	1	0	1	0
<i>Crassostrea virginica</i>	0	1	1	0	0	1
<i>Crepidula plana</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Cyclinella tenuis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Cyclostremella humillis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cyclostremiscus jaeneae</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cyclostremiscus suppressus</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Dallocardia muricata</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Diplodonta punctata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Donax variabilis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ecrobia truncata</i>	0	1	1	0	0	1
<i>Elaschisina floridana</i>	0	1	1	0	0	1
<i>Eulimastoma weberi</i>	0	1	1	0	0	1
<i>Eurytellina alternata</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Galba sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Gyraulus sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Haminoea succinea</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Heliacus bisulcatus</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Ischadium recurvum</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Isognomon alatus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Isognomon bicolor</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Kurtiella planulata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Laciolina laevigata</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Laevapex sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Lirophora paphia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Littoraria angulifera</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Lunarca ovalis</i>	1	0	0	0	0	0



Especie/Sitio	LS	CLLRM	CLA	LS-CLLRM	LS-CLA	CLLRM-CLA
<i>Macoploma tageliformis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Macoploma tenta</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Martesia striata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Melongena melongena</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Mercenaria campechiensis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Mulinia lateralis</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Musculus lateralis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Mytilus edulis</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Nassarius acutus</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Neoteredo reyni</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Neverita duplicata</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Nuculana acuta</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Olivella minuta</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Parvilucina crenella</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Phacoides pectinatus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Phrontis vibex</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Physella sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Polymesoda caroliniana</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Pomacea flagellata</i>	1	0	1	0	1	0
<i>Psammotrea brevifrons</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Pyrgocythara plicosa</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Pyrgophorus sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Pyrgophorus spinosus</i>	0	0	1	0	0	0

Especie/Sitio	LS	CLLRM	CLA	LS-CLLRM	LS-CLA	CLLRM-CLA
<i>Rangia cuneata</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Rangia flexuosa</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Retilaskeya emersonii</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Sayella fusca</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Seila adamsii</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Semele proficua</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Smaragdia viridis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Sphenia fragilis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Tagelus divisus</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Tagelus plebeius</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Teinostoma biscaynense</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Texadina sphinctostoma</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Triplofusus giganteus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Truncatella pulchella</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Vitta usnea</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Vitta virginea</i>	1	1	1	1	1	1
<b>Total de especies</b>	<b>68</b>	<b>37</b>	<b>30</b>			
<b>Especies en común</b>				<b>21</b>	<b>16</b>	<b>18</b>
<b>Índice de Sorensen</b>				<b>40</b>	<b>32.65</b>	<b>53.73</b>
<b>Índice de Jaccard</b>				<b>0.25</b>	<b>0.19</b>	<b>0.36</b>





**Apéndice c.** Pesos asignados por software Primer V7 y cálculos realizados en pestaña de notas para realizar grafico de embudo.

<b>Taxon</b>	<b>Branch</b>	<b>Weight</b>
Especie	1	4.7619
Genero	2	14.286
Familia	3	28.571
Orden	4	47.619
Clase	5	71.429
Phylum	6	100

<b>Sample</b>	<b>M</b>	<b>Delta+ Value</b>	<b>Delta+ Sig %</b>	<b>Lambda+ Value</b>	<b>Lambda+ Sig %</b>
CLLRM	41	57.66	22.8	245.93	1.4
CLA	30	57.32	18.2	230.69	33.8
LS	70	56.62	0.2	0.2	3.6

**Apéndice d.** Recopilación de algunas especies de las clases Gastropoda y Bivalvia en lagunas del golfo de México; Laguna Madre (LM), laguna de Tamiahua (LT), laguna de Carmen y Machona (LCM) y laguna de Términos (LTR). No se comprobó la validez taxonómica de cada taxón, la información fue recabada tal cual se documentó por el autor. Las especies seleccionadas en negritas corresponden a especies presentes en las lagunas estudiadas en este trabajo, sin distinción en CLLRM, CLA y LS.

Gasterópodos		Bivalvos		Gasterópodos		Bivalvos	
Especie	Localidad	Especie	Localidad	Especie	Localidad	Especie	Localidad
<i>Acteocina canaliculata</i>	LM, LT, LCM y LTR	<i>Abra aequalis</i>	LTR	<i>Cerithidea pliculosa</i>	LM, LCM y LTR	<i>Brachidontes exustus</i>	LM, LT, LCM, LTR
<i>Acteon punctostriatum</i>	LT, LCM y LTR	<i>Aequipecten muscosus</i>	LTR	<i>Cerithium algicola</i>	LTR	<i>Carditamera floridana</i>	LTR
<i>Alaba incerta</i>	LCM y LTR	<i>Aligena texasiana</i>	LTR	<i>Cerithium atratum</i>	LTR	<i>Cardium isocardia</i>	LCM
<i>Amphissa haliaeeti</i>	LM	<i>Amygdalum papyria</i>	LTR	<i>Cerithium eburneum</i>	LTR	<i>Chama congregata</i>	LTR
<b><i>Anachis avara</i></b>	<b>LTR</b>	<i>Anadara brasiliiana</i>	LCM	<i>Cerithium greeni</i>	LTR Y LCM	<b><i>Chione cancellata</i></b>	LM, LCM, LTR
<i>Anachis obesa</i>	LM y LTR	<i>Anadara chemnitzii</i>	LCM	<i>Cerithium lutosum</i>	LTR	<i>Chione clenchi</i>	LCM
<i>Anachis obesa</i>	LTR	<b><i>Anadara floridana</i></b>	LT, LTR	<b><i>Cingula floridana</i></b>	<b>LCM y LTR</b>	<b><i>Chione grus</i></b>	LM, LCM
<i>Anachis pulchella</i>	LT	<i>Anadara ovalis</i>	LCM, LTR	<i>Circulus supressus</i>	LT	<i>Chione intapurpurea</i>	LCM
<i>Anachis semiplicata</i>	LM, LCM y LTR	<b><i>Anadara transversa</i></b>	LM, LT, LTR	<i>Columbella mercatoria</i>	LTR	<i>Codakia orbicularis</i>	LTR
<i>Antillophos candei</i>	LCM y LTR	<i>Anodontia alba</i>	LTR	<i>Conus floridanus</i>	LTR	<i>Coralliophaga coralliophaga</i>	LCM
<i>Atys riiseana</i>	LT, LTR	<i>Anodontia philippiana</i>	LTR	<i>Conus stearnsi</i>	LTR	<b><i>Corbula contracta</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Batillaria minima</i>	LTR	<i>Anomalocardia auberiana</i>	LCM, LTR	<i>Crepidula convexa</i>	LM, LT y LTR	<b><i>Corbula dietziana</i></b>	LTR
<b><i>Bulla striata</i></b>	<b>LCM y LTR</b>	<b><i>Anomia simplex</i></b>	LT, LCM, LTR	<i>Crepidula culeata</i>	LTR	<b><i>Corbula swiftiana</i></b>	LT, LTR
<i>Busycon contrarium</i>	LTR	<i>Arca imbricata</i>	LTR	<i>Crepidula fornicata</i>	LTR	<i>Crassinella lunulata</i>	LCM, LTR
<i>Busycon perversum</i>	LTR	<i>Arca zebra</i>	LTR	<i>Crepidula maculosa</i>	LM y LTR	<b><i>Crassostrea rhizophorae</i></b>	LTR
<i>Busycon spiratum</i>	LCM y LTR	<i>Arcinella cornuta</i>	LTR	<b><i>Crepidula plana</i></b>	<b>LM, LT, LCM, LTR</b>	<b><i>Crassostrea virginica</i></b>	LM, LT, LTR
<i>Busycon spiratum</i>	LTR	<i>Arcopsis adamsi</i>	LCM	<i>Crucibulum auricula</i>	LTR	<i>Cumingia tellinoides</i>	LTR
<i>Caecum johnsoni</i>	LTR	<i>Argopecten gibbus</i>	LCM	<b><i>Cyclostremella humilis</i></b>	<b>LCM</b>	<i>Cuspidaria sp</i>	LTR
<i>Caecum nitidum</i>	LT y LTR	<i>Argopecten irradians</i>	LM	<b><i>Cyclostremiscus jaeneae</i></b>	<b>LTR</b>	<b><i>Cyclinella tenuis</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Caecum pulchellum</i>	LT y LTR	<i>Atrina rigida</i>	LTR	<i>Cyclostremiscus pentagonus</i>	LT y LCM	<i>Cyrtopleura costata</i>	LTR
<i>Caecum vestitum</i>	LT Y LTR	<b><i>Atrina seminuda</i></b>	LTR	<i>Cyclostremiscus pentagonus</i>	LCM	<i>Dinocardium robustum</i>	LCM, LTR
<b><i>Caerithiopsis emersoni</i></b>	<b>LT y LTR</b>	<i>Atrina serrata</i>	LTR	<i>Cymatium muricinum</i>	LM, LCM	<b><i>Diplodonta punctata</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Cerithidea beattiyi</i>	LT	<i>Barbatia candida</i>	LT	<i>Cymatium nicobarium</i>	LCM	<i>Diplodonta semiaspera</i>	LTR
<b><i>Cerithidea costata</i></b>	<b>LT</b>	<i>Barbatia domingensis</i>	LCM	<i>Cymatium pileare</i>	LCM	<b><i>Donax variabilis</i></b>	LM, LCM
				<b><i>Diastoma varium</i></b>	<b>LM, LT, LCM, LTR</b>	<i>Dosinia elegans</i>	LTR



Gasterópodos		Bivalvos	
Especie	Localidad	Especie	Localidad
<i>Diodora cayenensis</i>	LM, LT, LCM, LTR	<i>Fusconaia sp</i>	LTR
<i>Diodora jaumei</i>	LTR	<i>Glycymeris americana</i>	LTR
<i>Engoniophos uncinatus</i>	LTR	<i>Glycymeris pectinata</i>	LCM, LTR
<i>Epitonium albidum</i>	LTR	<i>Iphigenia brasiliana</i>	LCM
<i>Epitonium multistriatum</i>	LTR	<i>Ischadium recurvus</i>	LM, LT, LCM, LTR
<i>Epitonium runicola</i>	LTR, LCM, LTR	<i>Isognomon alatus</i>	LM, LTR
<i>Fasciolaria liliun</i>	LM, LTR	<i>Laevicardium mortoni</i>	LCM, LTR
<i>Fasciolaria tulipa</i>	LTR	<i>Lampsilis tampicoensis</i>	LTR
<b><i>Haminoea succinea</i></b>	<b>LT, LCM, LTR</b>	<i>Lima pellucida</i>	LTR
<b><i>Hydrobia totteni</i></b>	<b>LCM</b>	<i>Lioberus castaneus</i>	LTR
<b><i>Littoridina shictostostoma</i></b>	<b>LTM, LCM, LTR</b>	<i>Lithohaga bisulcata</i>	LCM
<b><i>Littorina angulifera</i></b>	<b>LM</b>	<i>Lucina nassula</i>	LTR
<i>Littorina irrorata</i>	LM	<b><i>Lucina pectinata</i></b>	LCM, LTR
<i>Littorina lineolata</i>	LTR	<b><i>Macoma brevifrons</i></b>	LCM, LTR
<i>Littorina nebulosa</i>	LM	<b><i>Macoma constricta</i></b>	LCM, LTR
<i>Littorina ziczac</i>	LM	<i>Macoma mitchelli</i>	LTR
<i>Lucapina sowerbii</i>	LTR	<b><i>Macoma tageliformis</i></b>	LCM
<i>Malenella conoidea</i>	LM	<b><i>Macoma tenta</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Marginella apicina</i>	LTR	<i>Macrocallista maculata</i>	LCM, LTR
<i>Marginella labiata</i>	LTR	<b><i>Martesia striata</i></b>	LTR
<i>Melampus coffeus</i>	LTR	<i>Martesia cuneiformis</i>	LCM
<i>Melanella conoidea</i>	LTR	<b><i>Mercenaria campechiensis</i></b>	LM, LCM, LTR
<i>Melanella conoidea</i>	LTR	<i>Modiolus americanus</i>	LM, LTR
<i>Melanella intermedia</i>	LTR	<b><i>Mulinia lateralis</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Melongena corona</i>	LT Y LTR	<b><i>Musculus lateralis</i></b>	LTR
<b><i>Melongena melongena</i></b>	<b>LCM, LTR</b>	<b><i>Mytilopsis leucophaeata</i></b>	LT, LCM, LTR
<b><i>Mitrella lunata</i></b>	<b>LM, LT, LCM, LTR</b>	<i>Noetia ponderosa</i>	LCM

Gasterópodos		Bivalvos	
Especie	Localidad	Especie	Localidad
<i>Modulus modulus</i>	LTR	<b><i>Nuculana acuta</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Murex fulvescens</i>	LTR	<i>Nuculana concentrica</i>	LT
<i>Murex pomum</i>	LTR	<i>Ostrea equestris</i>	LCM, LTR
<b><i>Nassarius acutus</i></b>	<b>LT, LCM, LTR</b>	<i>Parvilucina multilineata</i>	LTR
<i>Nassarius albus</i>	LT, LTR	<i>Pinctada imbricata</i>	LTR
<b><i>Nassarius vibex</i></b>	<b>LM, LT, LCM, LTR</b>	<i>Pitar fulminatus</i>	LT
<i>Natica pusilla</i>	LCM	<i>Plicatula gibbosa</i>	LTR
<i>Nerita tessellata</i>	LM	<b><i>Polymesoda caroliniana</i></b>	LTR
<i>Nerita tessellata</i>	LTR	<b><i>Rangia cuneata</i></b>	LT, LCM, LTR
<b><i>Neritina reclivata</i></b>	<b>LM, LT, LTR</b>	<b><i>Rangia flexuosa</i></b>	LT, LCM, LTR
<i>Neritina virginea</i>	<b>LM, LT, LCM, LTR</b>	<b><i>Semele proficua</i></b>	LM, LCM, LTR
<i>Odostomia bisuturalis</i>	LM	<i>Semele purpurascens</i>	LTR
<i>Odostomia canaliculata</i>	LT	<i>Strigilla mirabilis</i>	LCM
<b><i>Odostomia impresa</i></b>	<b>LM, LT, LCM, LTR</b>	<b><i>Tagelus divisus</i></b>	LCM, LTR
<i>Odostomia laevigata</i>	LCM	<b><i>Tagelus plebeius</i></b>	LCM, LTR
<i>Odostomia trifida</i>	LM	<i>Tellidora cristata</i>	LTR
<b><i>Odostomia weberi</i></b>	<b>LT, LCM, LTR</b>	<b><i>Tellina alternata</i></b>	LTR
<i>Oliva sayana</i>	LTR	<i>Tellina angulosa</i>	LTR
<i>Olivella minuta</i>	LCM	<b><i>Tellina laevigata</i></b>	LTR
<b><i>Olivella minuta</i></b>	<b>LTR</b>	<i>Tellina lineata</i>	LT, LTR
<i>Olivella nivea</i>	LTR	<i>Tivela mactroides</i>	LCM
<i>Physa sp</i>	LT	<i>Trachycardium isocardia</i>	LTR
<i>Pisania tinctoria</i>	LTR	<b><i>Trachycardium muricatum</i></b>	LT, LCM, LTR
<b><i>Pleuroploca gigantea</i></b>	<b>LTR</b>		
<b><i>Polinices duplicatus</i></b>	<b>LT, LTR</b>		
<i>Pomacea sp</i>	LTR		
<i>Puncturella cucullata</i>	LM		
<i>Pyramidella crenulata</i>	LCM		
<b><i>Pyramidella fusca</i></b>	<b>LCM</b>		



Gasterópodos		Bivalvos	
Especie	Localidad	Especie	Localidad
<i>Pyrgocythara plicosa</i>	LT, LCM, LTR		
<i>Pyrgophorus sp</i>	LT		
<i>Rissoina catesbyana</i>	LT		
<i>Rissoina catesbyana</i>	LTR		
<i>Seila adamsi</i>	LM, LT, LTR		
<i>Siphonaria pectinata</i>	LTR		
<i>Smaragdía viridis</i>	LTR		
<i>Solariorbis infracarinata</i>	LTR		
<i>Strombiformis auricinctus</i>	LTR		
<i>Strombus alatus</i>	LTR		
<i>Strombus pugilis</i>	LCM		
<i>Tegula fasciata</i>	LTR		
<i>Teinostoma biscaynensis</i>	LT		
<i>Teinostoma cryptosoira</i>	LT		
<i>Teinostoma cryptospira</i>	LCM		
<i>Teinostoma lerema</i>	LTR		
<i>Teinostoma parvicallum</i>	LCM, LTR		
<i>Tenistoma biscaynense</i>	LTR		
<i>Terebra dislocata</i>	LTR		
<i>Thais haemastoma</i>	LM		

Gasterópodos		Bivalvos	
Especie	Localidad	Especie	Localidad
<i>Thais haemastoma</i>	LCM		
<i>Thais rustica</i>	LM		
<i>Trigonostoma tenerum</i>	LTR		
<i>Triphora melanura</i>	LTR		
<i>Triphora nigracinta</i>	LCM		
<i>Triphora triserialis</i>	LCM		
<i>Truncatella caribaeensis</i>	LTR		
<i>Turbinella angulata</i>	LTR		
<i>Turbonilla abrupta</i>	LT, LCM		
<i>Turbonilla aequalis</i>	LTR		
<i>Turbonilla interrupta</i>	LM, LT, LCM, LTR		
<i>Urosalpinx perrugata</i>	LTR		
<i>Vermicularia fargoii</i>	LT, LTR		
<i>Vitrinella floridana</i>	LCM		
<i>Vitrinella helicoidea</i>	LCM		
<i>Vitrinella multistriata</i>	LCM, LTR		
<i>Vitrinella floridana</i>	LCM		
<i>Vitrinella helicoidea</i>	LCM		
<i>Vitrinella multistriata</i>	LCM, LTR		

Las especies presentes en el sitio LTR fueron documentadas por García-Cubas (1981), en LCM por Antolí y García-Cubas (1983), en LT por Portilla (1989) y en LM por Rodríguez (2021).

