



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Revisión taxonómica y análisis poblacional de los cangrejos topo
(Decapoda: Hippidae) de la colección Nacional de Crustáceos del
Instituto de Biología, UNAM, del estado de Veracruz, México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G A
P R E S E N T A:**

ARACELI CRUZ GOMEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. GEMA YOLANDA ARMENDÁRIZ
ORTEGA
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

A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de Licenciatura.

A la Facultad de Ciencias por ser el lugar donde pasé los mejores años de mi vida y por regalarme tanto conocimiento y aprendizaje.

A la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, por los espacios y herramientas que me brindó para poder realizar este trabajo.

A mi asesora la M. en C. Gema Yolanda Armendáriz Ortega, a usted mil gracias por el tiempo que dedicó conmigo a este proyecto, a pesar de las todas las adversidades que se presentaron en ese momento. Gracias por creer siempre en mí, por todos sus consejos, su paciencia y recomendaciones. Sin su apoyo nada de esto hubiese sido posible, la aprecio demasiado.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera por aceptarme en el taller de Invertebrados, por todo el conocimiento y anécdotas compartidos.

Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart por los consejos, la ayuda brindada para la identificación de los “topitos” en el laboratorio y por la literatura recomendada.

A mi Profesora y amiga la M. en C. Alicia Rojas Ascencio gracias por mostrarme el maravilloso mundo de los insectos y por dejarme pertenecer al grupo de los “Entomófilos”.

Al M. en C. Jaime Castro Navarro por aceptarme en la Dirección de Ecología y permitirme formar parte de tu equipo de trabajo. También fuiste un pilar muy importante para la culminación de este trabajo y para poder este ciclo. Siempre mi respeto y admiración hacia ti: jefe y amigo.

A todo mi jurado de examen por tomarse el tiempo de leer y corregir mi trabajo, muchas gracias por sus consejos y paciencia brindada durante todo este tiempo.

A mi mejor amiga de la Facultad de Ciencias Angélica Parra, gracias por haberte cruzado en mi camino y por todo el apoyo mutuo que siempre hubo durante toda la carrera. Hoy puedo decir: ¡lo logramos!

Araceli Cruz Gómez



A mis padres gracias por permitirme estudiar una carrera universitaria, por todo el esfuerzo diario que hacían para poder apoyarme económicamente.

A mi hermano siempre has sido mi ejemplo a seguir en el ámbito académico, gracias por tu apoyo y por motivarme siempre a seguir estudiando.

A todas esas personitas que no mencioné, pero que fueron parte esencial de esta etapa tan importante para mí y lograron que este objetivo hoy se haga realidad.

Araceli Cruz Gómez



DEDICATORIA

A mis padres Micaela Gómez y Eleucadio Cruz, ustedes son las personas más importantes para mí y las que han estado presentes en cada etapa de mi vida, apoyándome en todo momento, siempre incondicionales. Este logro es de los tres, ¡los amo!

Araceli Cruz Gómez



ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
¿Qué es un crustáceo?	3
¿Qué es un anomuro?	3
¿Qué es un hippido (cangrejo topo)?	4
Hábitos de los cangrejos topo	7
Importancia ecológica	10
JUSTIFICACIÓN	12
ANTECEDENTES	13
OBJETIVOS	17
Objetivo General	17
Objetivos Particulares	17
ÁREA DE ESTUDIO	18
Veracruz	18
<i>Barra de Corazones, Laguna de Tamiahua</i>	19
Actopan	19
<i>La Mancha</i>	19
San Andrés Tuxtla	20
<i>El Jicacal</i>	20
Observaciones personales	20
<i>Montepío</i>	21
Observaciones personales	21
<i>Villa del Mar</i>	21
MATERIAL Y MÉTODO	24
Consulta de base de datos	24
Trabajo de gabinete	24
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN	47



CONCLUSIONES.....	58
LITERATURA CITADA.....	59
GLOSARIO	66

Araceli Cruz Gómez



RESUMEN

Los cangrejos topo se agrupan dentro de los decápodos anomuros, presentan un cuerpo comprimido y el primer par de pereiópodos simple. Telson del abdomen alargado, lanceolado y mandíbulas reducidas, no funcionales como órganos de alimentación, ya que filtran su alimento con las segundas antenas que son setosas. Son componentes principales de comunidades macrofaunales de invertebrados en playas arenosas como organismos enterradores. Participan en la producción secundaria intermareal y son un recurso alimentario importante para los depredadores como peces, mamíferos marinos, aves playeras y marinas.

En México, se conoce poco acerca de la taxonomía y las poblaciones de estos cangrejos, es por ello que, en esta investigación, se identificaron las especies depositadas en la CNCR y provenientes del Estado de Veracruz, posteriormente se realizó un análisis poblacional de estos individuos. Los resultados confirman la presencia de dos especies provenientes de dicho Estado. La especie con más registros históricos fue *Emerita talpoida*, seguida de *E. benedicti* con menos registros. Por su parte, de las localidades registradas, se encontró que en playa El Jicacal se ubican ambas especies, pero no de manera simultánea, es decir ambas fueron recolectadas en distintos años. Es importante ampliar los estudios a otras localidades y a otras áreas como la filogeografía y la genética de poblaciones para conocer más sobre la biología de las especies de cangrejo topo. Este estudio taxonómico y poblacional es una línea base para estudios faunísticos, sistemáticos y biogeográficos en el futuro.

Palabras clave: Cangrejo topo, población, taxonomía, Veracruz.



ABSTRACT

Mole crabs are grouped within the anomuran decapods, they have a compressed body and a simple first pair of pereiopods. Their telson is elongated, lanceolate, and their mandibles are reduced and non-functional as feeding organs, as they filter their food with their setose second antennae. They are major components of macrofaunal invertebrate communities in sandy beaches, being burrowing organisms. They participate in intertidal secondary production and are an important food resource for predators such as fish, marine mammals, shorebirds, and seabirds. In Mexico, little is known about the taxonomy and populations of these crabs, which is why in this research, the species deposited in the CNCR from the state of Veracruz were identified, and a population analysis of these individuals was carried out. The results confirm the presence of two species from that state. The species with the most historical records was *Emerita talpoida*, followed by *E. benedicti* with fewer records. From the recorded locations, it was found that both species are located on El Jicacal beach, but not simultaneously, meaning that they were collected in different years. It is important to expand studies to other locations and to other areas such as phylogeography and population genetics to learn more about the biology of mole crab species. This taxonomic and population study is a baseline for future faunistic, systematic, and biogeographical studies.

Key words: Mole crab, population, taxonomy, Veracruz.



INTRODUCCIÓN

¿Qué es un crustáceo?

Los crustáceos son organismos invertebrados que se ubican dentro del phylum Arthropoda. Existen una serie de características que diferencian este taxón del resto de los artrópodos, una de estas es la presencia de una larva denominada nauplio que posee un ojo también llamado naupliar, presencia de un exoesqueleto compuesto de quitina y la división general del cuerpo en tres tagmas: cefalón (cabeza), pereión (tórax) y pleón (abdomen). En algunas especies el cefalón y el pereión se fusionan formando el cefalotórax. La cabeza está formada por cinco segmentos que poseen apéndices llamados: anténulas, antenas (ambas pueden ser uni o birrámeas), mandíbulas, maxílulas y maxilas. En las anténulas y maxilas se encuentran los órganos excretorios nefridiales. Por último, la respiración puede ser cutánea, branquial y pulmonar, dependiendo de los hábitos que tengan las especies (Brusca *et al.*, 2023). Cabe mencionar que estas características pueden variar entre los taxones de crustáceos y entre las especies.

En la actualidad existen más de 72,000 especies de crustáceos descritas. Sin embargo, aún falta por descubrir de cinco a 10 veces este número. La variedad de formas y tamaños les ha permitido colonizar hábitats marinos, dulceacuícolas, salobres y terrestres. Están representados por diez clases, siendo Malacostraca Latreille, 1802, con más de 40,200 especies, la clase que representa a los crustáceos más conocidos, pues dentro de esta clase se encuentra el orden Decapoda, el cual es un grupo bastante explorado debido al interés comercial que representan especies como cangrejos, camarones y langostas (Brusca *et al.*, 2023).

¿Qué es un anomuro?

Los anomuros (con cola blanda o asimétrica) son un infraorden que representan un grupo significativo de crustáceos marinos. Los cangrejos ermitaños, galateidos, cangrejos porcelana, los cangrejos reales, cangrejos de arena y cangrejos topo son los representantes de este grupo. Se caracterizan por tener el primer par de pereiópodos quelado, el tercero nunca es quelado y el segundo, cuarto y quinto son sencillos, aunque en ocasiones llegan a ser



quelados y subquelados. De estos uno o ambos frecuentemente reducidos. El quinto par de pereiópodos tiene función de limpiador branquial. Los pleópodos pueden estar reducidos o ausentes en algunos grupos. La larva nauplio es más larga que ancha, con espina rostral dirigida anteriormente. Pertenecen a hábitats principalmente marinos, aunque tienen representantes de agua dulce y otros son semiterrestres como en el caso de los cangrejos topo (Mantellato y García, en prensa, citado por Valdéz, 2002; Scelzo, 2004).

¿Qué es un hippido (cangrejo topo)?

Dentro de los decápodos anomuros, se ubica el pequeño grupo de los hippidos, estos organismos son considerados como los componentes principales de playas arenosas, debido a su hábito enterrador (Dugan *et al.*, 2005). Por ello, sus representantes son conocidos comúnmente como cangrejos de arena o cangrejos topo. Se caracterizan por poseer un cuerpo simétrico, ovalado y comprimido, el abdomen se encuentra plegado bajo el tórax. Estas modificaciones les permiten cavar el sedimento de las zonas litoral y sublitoral de los mares tropicales (Martín y Ormsby, 1991; Ortiz, 2015; Rudolf *et al.*, 2016).

Actualmente, en el Golfo de México y el Mar Caribe se han registrado dos familias: Albuneidae e Hippidae. Esta última representada por los géneros *Emerita* Scopoli, 1777 e *Hippa* Fabricius, 1787 (Felder *et al.*, 2009), el género *Emerita* es el más común. En América se distribuyen seis especies pertenecientes a este género *E. analoga* (Stimpson, 1857), *E. benedicti* (Schmitt, 1935), *E. brasiliensis* (Schmitt, 1935), *E. portoricensis* (Schmitt, 1935), *E. rathbunae* (Schmitt, 1935) y *E. talpoida* (Say, 1817).

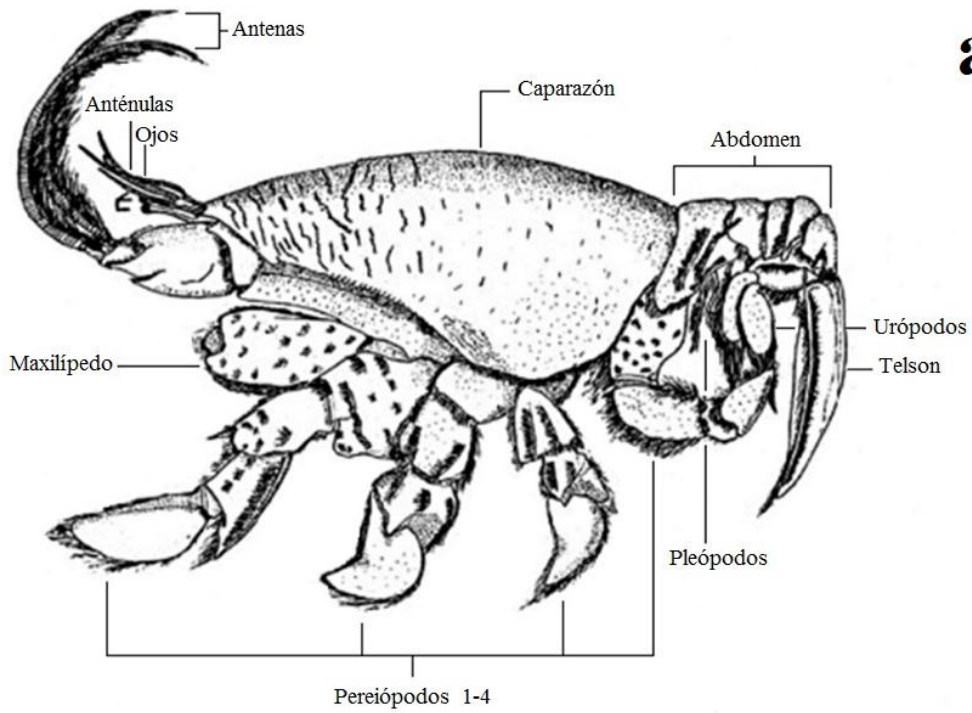
Los cangrejos topo presentan un cuerpo deprimido dorsoventralmente, el primer par de pereiópodos es simple (Ortíz *et al.*, 2018). Telson en el abdomen alargado, lanceolado. Mandíbulas reducidas, no funcionales como órganos de alimentación. Los terceros maxilípedos no presentan exopodito. El dactilo de los pereiópodos 2-4 curvados y aplanados (Haig, 1974) (Figura 1).

Como otros anomuros, los hippidos atraviesan dos fases larvarias. En la fase 1 ocurren de 3 a 6 etapas de zoea pelágica, posteriormente mudan y pasan a la etapa de megalopa. Las larvas pueden alcanzar tamaños impresionantes, con un escudo de longitud de más de 6 mm

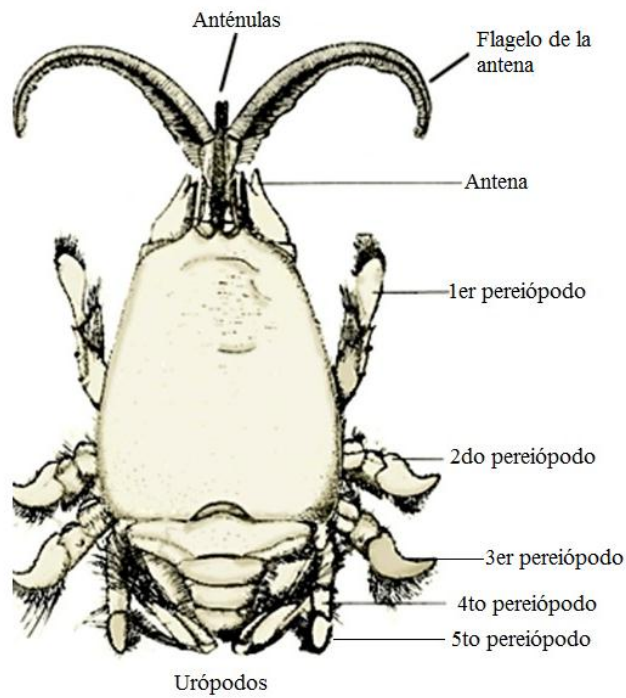


y el pleón puede llegar a medir más de 15 mm de largo. Probablemente sea el único grupo de anomuros que llega a presentar larvas tan grandes. Una vez pasando a la etapa juvenil y adulta estos cangrejos tienen hábitos bentónicos en ambientes marinos arenosos intermareales y submareales superiores (Martín y Ormsby, 1991; Ortiz, 2015; Rudolf *et al.*, 2016).





a



b

Figura 1. Morfología de un cangrejo topo (familia Hippidae). a, vista lateral, b, vista dorsal. (Tomados y modificados de LIMPETS, (2015); Mari, (2018)).



Hábitos de los cangrejos topo

Las condiciones ambientales de la franja intermareal resultan ser demasiado extremas para algunas especies de animales, por lo que no son aptas para colonizar este hábitat. Ciertas características como la perturbación de la arena cuando rompe la ola, el efecto de mareas y tormentas, la exposición a temperaturas y salinidad extrema, así como la depredación que ocurre tanto en la parte terrestre como marina hace a este ecosistema un lugar poco habitable. No obstante, los animales que han colonizado estos ambientes como, por ejemplo, los cangrejos topo y las cochinillas de arena, han desarrollado ciertos hábitos (Jones, 1936; MacGinitie, 1938; Efford, 1965, citados por Efford, 1966) como el tipo de alimentación y el enterramiento en la arena.

El método de alimentación de estos organismos es probablemente, entre los artrópodos, un método único de alimentación ya que, al tener las mandíbulas muy reducidas estas no tienen función alguna en su alimentación (Snodgrass, 1952). En este sentido, las segundas antenas son utilizadas para tamizar las partículas del agua turbulenta en movimiento en la zona de inundación. De modo que, parte del agua que pasa sobre el organismo desde atrás se filtra a través de la malla fina de las setas (Efford, 1966; Dugan, 2005). La flexión y plegamiento ventral de las antenas, que a su vez están rodeadas por los grandes merópodos en forma de placa de los terceros maxilípedos, son los encargados de transferir los alimentos recolectados (Snodgrass, 1952).

Los cangrejos topo poseen una capacidad para enterrarse en la arena a gran velocidad, pueden mantenerse firmes en el sustrato, a pesar del movimiento. Además, tienen la capacidad de moverse de arriba hacia abajo en la columna de arena junto con el ascenso y descenso de la marea (Jones, 1936; MacGinitie, 1938; Efford, 1965, citados por Efford, 1966). Estos hábitos les permiten obtener mayor protección al vivir debajo de la superficie de la arena y no permanecer expuestos a la perturbación de la superficie todo el tiempo (Efford, 1966) (Figuras 2, 3 y 4).



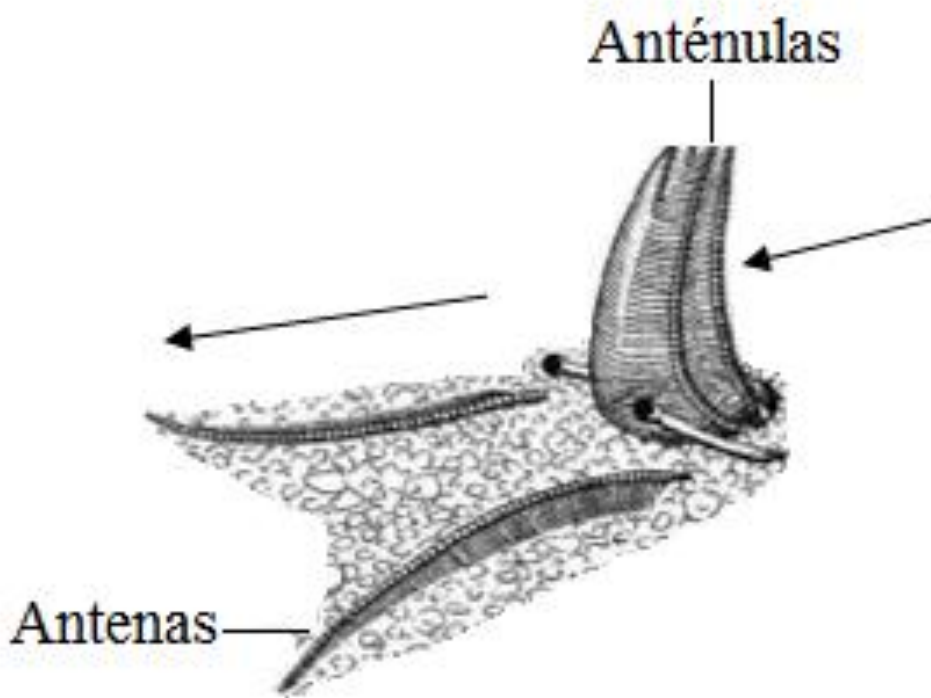
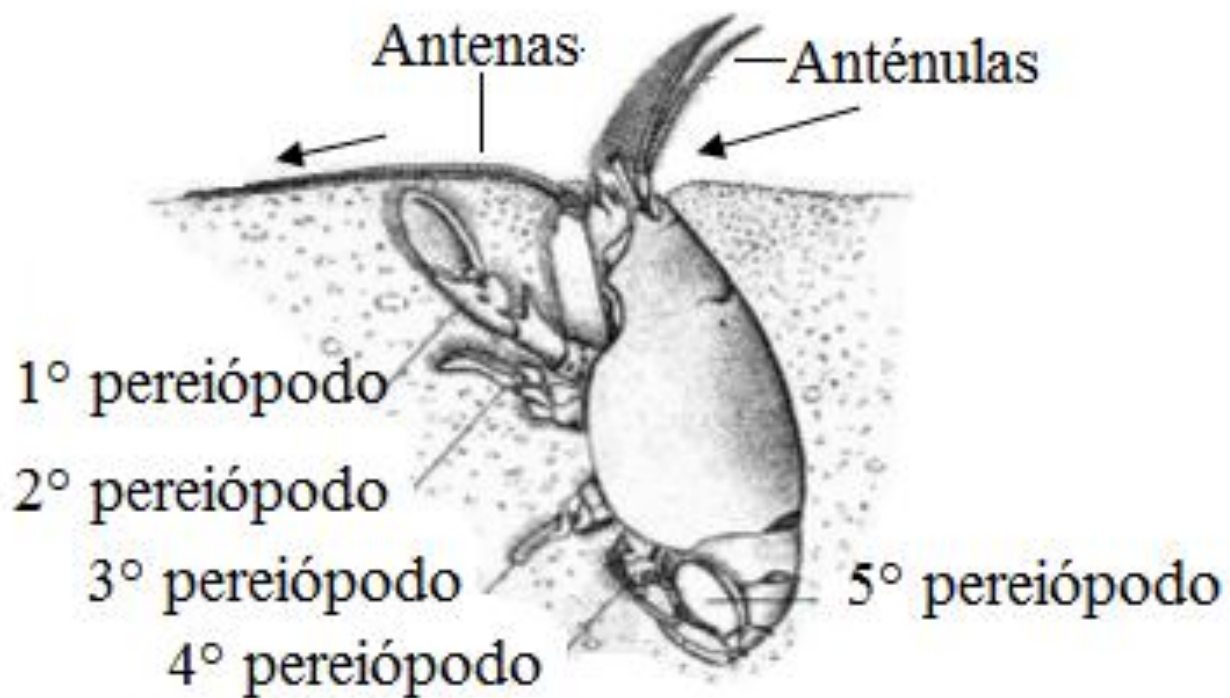


Figura 2. Enterramiento de un cangrejo topo del género *Emerita* sp. Las flechas indican la dirección del agua. (Tomado y modificado de Brusca *et al.*, (2016)).



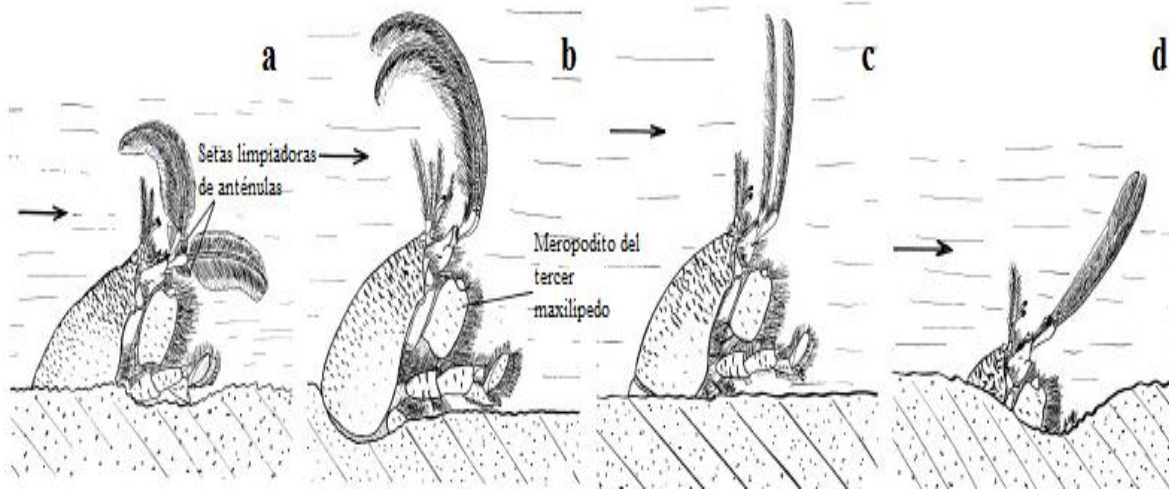


Figura 3. Esbozo realizado a partir de fotografías obtenidas en el laboratorio que ilustran el cambio de posición de *E. analoga* en la arena, así como la forma cambiante de las antenas a diferentes velocidades de agua. a, flujo de agua lento, *Emerita* agitando sus antenas; b, flujo de agua lento (0.01 m/seg), *Emerita* sentada en la arena; c, flujo de agua medio (0.04 m/seg); d, Flujo rápido (0.24 m/seg). (Tomado y modificado de Efford (1966)).

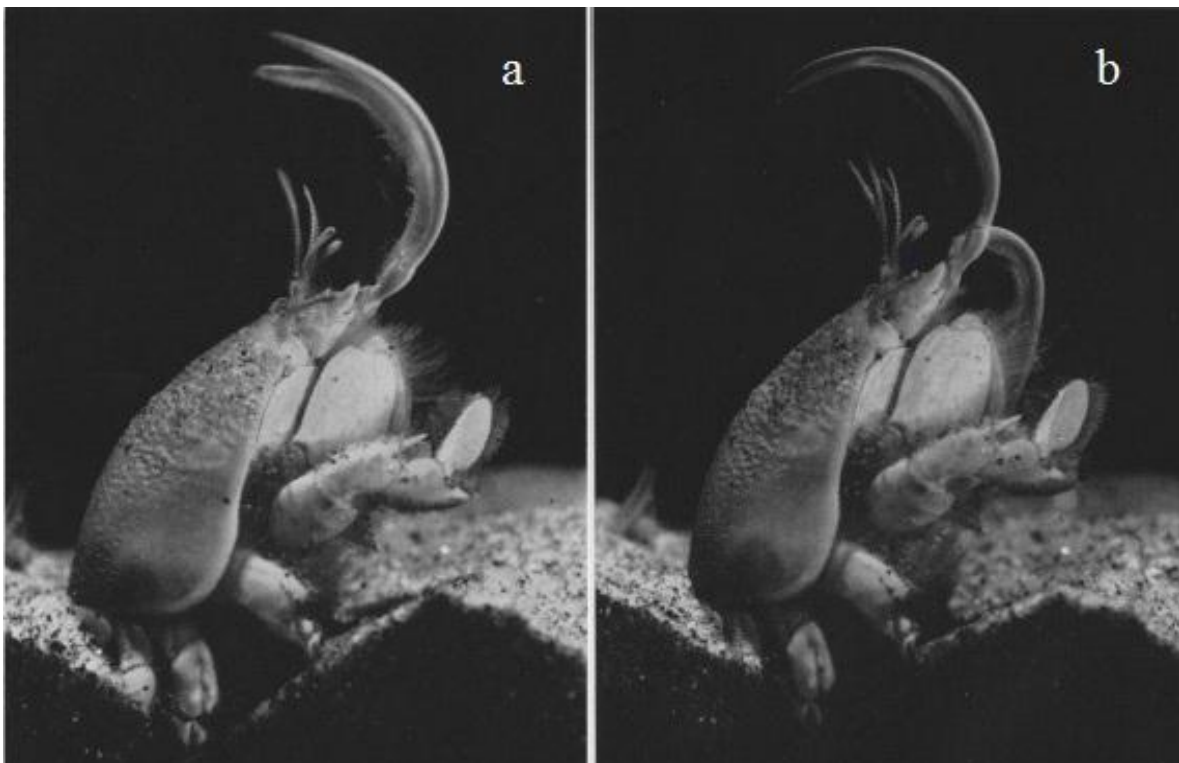


Figura 4. Fotografía que muestra la posición del cangrejo topo al recolectar las partículas alimenticias del agua. a, se puede observar el largo pedúnculo y las ramas dorsal y ventral de las anténulas; b, limpieza antenal. La antena izquierda es llevada hacia las piezas bucales para iniciar el proceso de alimentación. (Tomado y modificado de Efford (1966)).



Importancia ecológica

Los cangrejos topo juegan un papel muy importante en las redes tróficas del ecosistema intermareal. Son componentes principales de comunidades macrofaunales de invertebrados de playas arenosas. Estos cangrejos participan en la producción secundaria intermareal, es decir, se encargan de la producción de biomasa como otros organismos consumidores o descomponedores. Además, son un recurso importante para los depredadores como peces, mamíferos marinos, aves playeras y aves marinas (Figura 5). Estos organismos ayudan a disminuir la turbidez del agua, debido a que constantemente se están alimentando de las partículas de materia orgánica en suspensión, como bacterias, protistas y todo el detritus, por lo tanto, el agua se está filtrando con ayuda de las sedas de las antenas (Apín *et al.*, 2010). Al mismo tiempo permiten la no compactación del sustrato, al estar constantemente escarbando con sus apéndices (pereiópodos) en la columna de arena, hacia arriba y hacia abajo al ritmo de la marea, lo que permite el intercambio de gases, retención de agua y depósito de nutrientes. Así también, especies como *E. analoga*, son utilizadas como fuente de alimento para los pobladores, e incluso algunos pescadores los llegan a utilizar como cebo en las redes de malla, así como carnada en anzuelos (Dugan *et al.*, 2005).

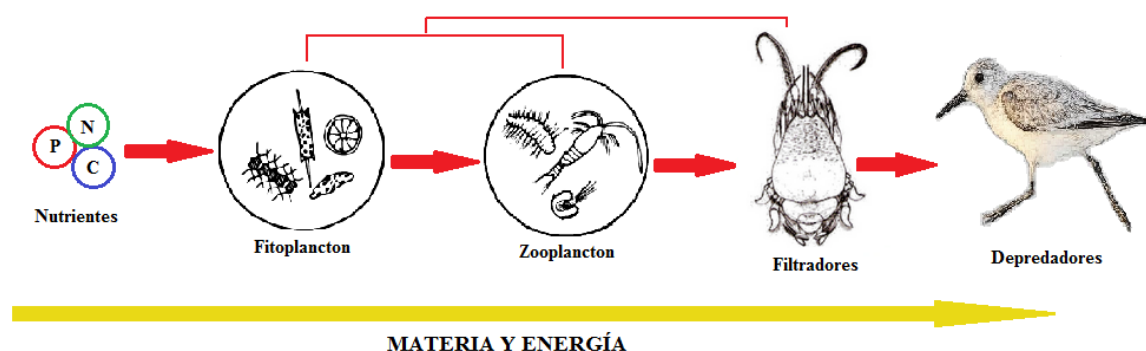


Figura 5. Importancia de los cangrejos topo en la cadena trófica. (Cruz-Gómez (2022)).



No obstante, al ser organismos tan abundantes en la línea de costa, los hippidos, han sido identificados como de las pocas especies que tienen función de indicadores biológicos, es decir, estos organismos ayudan a identificar alteraciones ambientales en las playas de arena. Esto se debe principalmente a que especies del género *Emerita* han desarrollado una alta plasticidad, por lo que tienen diferentes respuestas a la variación ambiental (Lercari, 2000). *Emerita analoga* ha sido utilizada como bioindicador en algunos estudios de contaminación y perturbación. Actualmente se sabe que esta especie es capaz de bioacumular metales pesados como el cobre e hidrocarburos, lo cual ayuda a disminuir el impacto ambiental causado por las perturbaciones antrópicas (López *et al.*, 2001; Dugan *et al.*, 2005) (Figura 6).



Figura 6. Importancia ecológica de los cangrejos tope en la zona intermareal (playa arenosa). (Cruz-Gómez (2022)).



JUSTIFICACIÓN

La importancia ecológica que tienen los cangrejos topo en las playas arenosas como parte de la infauna intermareal y su importancia como filtradores, así como la posición que ocupan en la trama trófica ponen de manifiesto la necesidad y relevancia para realizar un estudio taxonómico y poblacional de los organismos depositados en la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, ya que es poco lo que se conoce sobre la distribución, taxonomía y las poblaciones de los cangrejos topo en el Golfo de México. Es fundamental saber qué especies están representadas en el acervo de la CNCR y analizar su abundancia en cada una de las localidades donde han sido recolectados, ya que no se han realizado estudios de ninguna índole con este material. Estos resultados ampliarán la información sobre el grupo en nuestro país.



ANTECEDENTES

Los cangrejos topo son un grupo de crustáceos que han sido ignorados por los investigadores durante mucho tiempo, pocos científicos se han dedicado al estudio de este grupo, sobre todo estudios poblacionales o ecológicos, concentrándose básicamente en la taxonomía del grupo. Es por eso que existe poca información de los cangrejos topo en este país, reduciéndose a un listado de decápodos recolectados en diversas playas del Estado de Veracruz realizado por Álvarez *et al.*, (1999) donde se reportó la presencia de *E. portoricensis* y *E. talpoida*.

Sánchez y Álamo (1974), determinaron algunos aspectos de la biología de *E. analoga*, mediante colectas en diferentes playas del norte (Chancay, Ancón) y sur (Conchan, Arica, Chilca, Playa Los Reyes de Cerro Azul) en Lima, Perú. Se reportó que las hembras alcanzaron tallas mayores, de hasta 28 mm de longitud en cefalotórax, mientras que los machos alcanzaron un máximo de 18 mm. En cuanto a la proporción sexual obtenida en las cuatro estaciones del año, hubo un mayor predominio de machos con respecto a las hembras, alcanzando una proporción de 16:1. Por otro lado, se reportó que las hembras desovan todo el año. Se encontraron fecundidades de 675 a 900 huevos entre longitudes de cefalotórax de 14.6 y 22.3 mm. Por último, se concluyó que la densidad poblacional es fluctuante aún en una misma estación del año en las playas estudiadas.

Contreras *et al.* (2000), realizaron muestreos del sedimento para estudiar la biología reproductiva y poblacional de *E. analoga* en la playa de Hornitos, norte de Chile (22° 26' S), una zona con la presencia de surgencias persistentes. Los muestreos se realizaron en los meses de agosto y noviembre de 1996 y marzo, julio y noviembre de 1997. Se encontró que la mayor abundancia poblacional fue durante marzo y diciembre de 1997. Se recolectaron juveniles y hembras ovígeras en todos los muestreos. El rango de las tallas de las hembras ovígeras fue entre 12.6 y 26.4 mm. La fecundidad aumentó significativamente con la talla de las hembras en los periodos estacionales que analizaron. Los análisis de crecimiento mostraron que las hembras tienen tasas de crecimiento y tamaño corporal mayores que los machos. Por último, reportaron que la surgencia persistente no afecta la historia de vida de *E. analoga* en el norte de Chile.



Lercari (2000), llevó a cabo una investigación anual para evaluar los efectos espaciales de la descarga de un canal artificial en la abundancia, estructura poblacional y características reproductivas del cangrejo de arena *E. brasiliensis* (tatucito), en el canal de Andreoni, Uruguay. Se observó una marcada variabilidad en la estructura poblacional y abundancia a lo largo de los 22 km de playa arenosa muestreada. El mismo autor señala que, las variaciones espaciales en la abundancia de los diferentes componentes poblacionales (juveniles, machos, hembras y hembras ovígeras) se correlacionaron significativamente con las fluctuaciones en salinidad. La estructura poblacional por sexo y tamaño, el peso individual, la fecundidad y los patrones de madurez sexual de las hembras, también mostraron una respuesta no lineal a la distancia de la descarga del canal. Únicamente la estructura de tamaños de machos no siguió este patrón. Se demostró que las descargas artificiales de agua dulce pueden influenciar significativamente de manera negativa en la distribución, abundancia y aspectos de la historia de vida en poblaciones de playas arenosas.

Lépez *et al.* (2001), analizaron los aspectos bióticos, abióticos y la concentración de cobre sobre la población de *E. analoga*, en las playas Amarilla y Rinconada, Antofagasta, Chile. Los muestreos se realizaron entre julio de 1993 y mayo de 1994 y se realizaron transectos intermareales en ambas playas. También se tomaron muestras de sedimento para determinar la cantidad presente de materia orgánica y cobre. Las características abióticas de ambas playas son similares en lo que respecta a granulometría, pendiente y contenido de materia orgánica, por lo que se clasificaron como playas intermedias. En cuanto a las características biológicas de las poblaciones de *E. analoga*, se determinaron dos períodos reproductivos para ambas especies, invierno y verano. En playa Amarilla el período más importante fue el de invierno, en cambio, en playa Rinconada el más importante ocurrió en verano. Las hembras de playa Rinconada presentaron una fecundidad más alta que las de playa Amarilla en las dos épocas reproductivas y el promedio de tallas de las hembras ovígeras de playa Rinconada fue mayor que el de playa Amarilla. El contenido de cobre del sedimento de ambas playas no tuvo una diferencia estadísticamente significativa y las variaciones del contenido de cobre en los tejidos de *E. analoga* en los meses muestreados no presentó relación con el contenido de cobre en los sedimentos de Playa Amarilla, pero sí en playa Rinconada. Finalmente, por las diferencias encontradas en las poblaciones de *E.*



analoga y por los antecedentes consultados en dicho estudio, esta especie no fue considerada como un buen indicador de perturbaciones antrópicas.

Flores y Mujica (2009), analizaron la distribución y abundancia de larvas de *E. analoga* en la zona de Coquimbo y Caldera, Chile. Se tomaron muestras zooplanctónicas en 40 estaciones de Coquimbo y se separaron las larvas de esta especie para determinar su estado de desarrollo y abundancia relativa. Las primeras zoeas fueron más abundantes en ambas zonas, predominando en las estaciones de Coquimbo, los estados de desarrollo más avanzados aumentaron en las estaciones más distantes de la costa. En octubre predominó el desarrollo avanzado en la zona de Caldera. En diciembre predominaron en ambas zonas las primeras zoeas. Las zoeas 3 y 4 tuvieron mayor dispersión y distancia de las playas, mientras que las megalopas se encontraron en estaciones de distancia intermedia de la costa.

Apín *et al.* (2010), estudiaron la estructura poblacional de *Emerita sp.* en la playa Levisa, Granma, Cuba. En el mes de octubre encontraron el valor más elevado de la densidad poblacional que fue de 188.3 ind/m². Los valores de biomasa total (húmeda) se reportó entre 14.5 g/m² y 37.7 g/m². Los individuos fueron clasificados por tallas en 18 intervalos de clase, siendo los intervalos 3, 4 y 10 mm los porcentajes más altos. Por último, se encontró que la talla mínima de una hembra ovígera fue de 7.09 mm.

Mujica *et al.* (2015), hicieron una descripción del estado de megalopas sobre la base de larvas de *E. analoga*, capturadas en la costa central de Chile (Coquimbo). Mostraron que la morfología general de la megalopa y la estructura de sus apéndices tienen gran similitud con los juveniles, lo que permite su identificación específica. Ciertos caracteres morfológicos como el número de segmentos de los apéndices y su setación, son claves para su identificación y permiten diferenciarlas de otras megalopas pertenecientes al mismo género.

Luque (2016), realizó un estudio de la macrofauna (> 1 mm) bentónica intermareal de dos playas arenosas adyacentes al estuario del río Tambo, situadas en la localidad de Catas, Punta de Bombón, Perú. Se evaluaron la riqueza y abundancia y se encontró que los crustáceos fueron el grupo más abundante, siendo *E. analoga* la especie con mayor abundancia en este estudio.



Rocha *et al.*, (2016), analizaron las variaciones espacio-temporales de la estructura del ensamblaje de macrocrustáceos de la playa arenosa de Villa Rica, Veracruz, para ello tomaron en cuenta los ciclos nictemerales relacionados con las fases lunares, el análisis multidimensional no-métrico mostró una tendencia a la estabilidad ambiental. En el ensamblaje de macrocrustáceos se reconocieron 9 especies, de estas, *Emerita benedicti*, *Excirolana braziliensis*, *Excirolana* sp. y *Pseudohaustorius* sp. resultaron dominantes. Los valores más altos de densidad total, riqueza de especies y diversidad se registraron durante las mareas altas, las especies de isópodos cirolánidos y *Emerita benedicti* se distribuyeron en la zona inferior no saturada de la playa, *Pseudohaustorius* sp. se encontró en la zona media. Se encontró que el ensamblaje de macrocrustáceos es simple, con riqueza específica baja (3-5) y valores de diversidad bajos, con diferencias significativas durante el tiempo de estudio; sin embargo, la complejidad de la estructura del ensamblaje tendió a mantenerse en el tiempo.

Da Silva (2018), describió la distribución espacial y la estructura poblacional de *E. rathbunae* en la provincia de Guayas, Ecuador. Se encontró que la especie tiene una distribución espacial agregada y en el análisis de la proporción sexual se reportó una mayor proporción de hembras que de machos (15.7:1).

Ortíz *et al.* (2018), realizaron la descripción de una especie nueva de cangrejo de arena del género *Lepidopa*, la cual fue colectada en la zona litoral de la playa Villa Rica, Veracruz, México. La nueva especie *L. boykoi*, se distingue de otras por presentar sus pedúnculos oculares rectangulares, con sus órbitas situadas en los ángulos basales internos de los mismos.



OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar una revisión taxonómica y un análisis poblacional de los cangrejos topo depositados en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), del Instituto de Biología (IB), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el Estado de Veracruz, México.

Objetivos Particulares

- 1) Identificar las especies de cangrejos topo depositados en la CNCR, procedentes del Estado de Veracruz, México.
- 2) Generar un catálogo fotográfico de las especies identificadas.
- 3) Estimar el número de organismos depositados en la CNCR por especie y por localidad.
- 4) Realizar una revisión de tallas de los componentes poblacionales.
- 5) Determinar la proporción sexual por especie.



ÁREA DE ESTUDIO

Veracruz

El Estado de Veracruz está ubicado en la costa Este de la República Mexicana, entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México. Limita al norte con el estado de Tamaulipas, al Este con el Golfo de México, al Sur-sureste con los Estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco, al Oeste con Hidalgo, San Luis Potosí y Puebla. Posee una superficie de 72,410 km² y es el Estado que ocupa el décimo lugar en extensión en el país (González-Gándara, 2011).

El Estado es reconocido por su alta diversidad biológica (se considera el tercer estado con mayor biodiversidad en México, después de Oaxaca y Chiapas), todo esto gracias a que su localización en la franja intertropical y su cercanía con el Trópico de Cáncer, así como la enorme complejidad de condiciones topográficas que presenta, le han permitido desarrollar una gran diversidad de climas (más de 40 descritos) y por ende la gran variación de factores que conforman al clima (temperatura, humedad y viento) (Soto y Giddings, 2011; CONABIO, 2013).

Dada su cercanía con el mar y su configuración geomorfológica en el Cinturón Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, la configuración del terreno, el territorio veracruzano tiene altitudes que van de 0 a más de 5 000 msnm, lo cual define una gran variedad de condiciones ambientales. Las lagunas costeras y estuarios, por su ubicación en la planicie costera, se caracterizan por la mezcla de agua dulce proveniente de los ríos y del agua de mar, creando un gradiente de salinidad. Esta propiedad le confiere importantes funciones, ya que constituyen reservorios de biodiversidad representados por manglares, pantanos, marismas, vegetación acuática sumergida, que a su vez conforman hábitats de crianza y protección de la fauna acuática salobre, marina y de agua dulce, durante las diferentes etapas del ciclo de vida (CONABIO, 2021).

A continuación, se presentan las características más relevantes de las localidades que se incluyeron en esta investigación. Todos los registros contenidos en la CNCR que contenían cangrejos topo del Estado de Veracruz (Figura 7).



Barra de Corazones, Laguna de Tamiahua

La laguna de Tamiahua se localiza en el litoral del Golfo de México, al norte del Estado de Veracruz, ubicándose entre los ríos Pánuco en su parte norte y Tuxpan en su parte sur, con los cuales mantiene comunicación a través de los canales la Rivera y Tampamachoco. Esta laguna tiene una longitud aproximada de 93 km, anchura máxima de 21.5 km y una profundidad media de 2-3 m, con una superficie aproximada de 5,488 km² (Latournerié, 2007). El clima es de tipo cálido húmedo con una temperatura promedio de 23 °C y una precipitación pluvial media anual de 1,500 mm (Reséndez, 1970).

Es una laguna cuspada separada del Golfo de México por una barrera arenosa de forma triangular llamada Cabo Rojo de 130 km de longitud y 6 km de anchura (Ayala-Castañares *et al.*, 1969; Lankford, 1977). En la actualidad existen dos bocas de conexión con el mar, al sur la Boca de Corazones, también llamada Barra de Corazones, esta es de origen natural y al norte la Boca de Tampachichi, de origen artificial (Latournerié, 2007).

Actopan

El municipio de Actopan se encuentra localizado en la parte media del Estado de Veracruz, con una costa sobre el Golfo de México, entre la ciudad de Xalapa y el puerto de Veracruz. Fisiográficamente esta zona pertenece a la provincia del eje Neovolcánico, subprovincia Chiconquiaco y está definido como un lomerío de colinas rodeadas por mesetas (Mondragón, 1993), en donde se encuentra la playa denominada La Mancha.

La Mancha

La región de La Mancha se ubica en el municipio de Actopan, Veracruz. Se localiza a 24.5 kilómetros al norte de Ciudad de Cardel. Una parte de esta zona se encuentra protegida por el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA). Fue decretado como Sitio RAMSAR La Mancha el Llano, el 28 de enero del 2005 (Moreno-Casasola y Monroy, 2006). Presenta un clima tropical cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación varía entre 1,200 y 1,500 mm anuales (Novelo, 1983). Las aguas marinas adyacentes a esta



región presentan temperaturas cálidas de 25 °C con variación anual. La temperatura mínima promedio es de 22 °C y se presenta en febrero, mientras que la máxima promedio es de 28 °C y se presenta en agosto (Leiper, 1954).

San Andrés Tuxtla

El municipio de San Andrés Tuxtla se encuentra ubicado en la zona sur del Estado de Veracruz, en la Sierra de San Martín y su capital es la ciudad de San Andrés Tuxtla. Limita al norte con el Golfo de México, al este con Catemaco, al sur con Hueyapan de Ocampo y al oeste con Santiago Tuxtla y Ángel R. Cabada (Méndez, 2016), en donde se encuentra la playa denominada El Jicacal.

El Jicacal

La playa El Jicacal se localiza en el municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz. Es una costa arenosa semi-virgen, el clima de la zona corresponde a un cálido húmedo, con lluvias en verano y principalmente en otoño y una temperatura media anual de 27 °C. La precipitación media anual es del orden de los 4,900 mm y aunque llueve todo el año es posible distinguir una época de lluvias, de junio a febrero y otra de secas, de marzo a mayo (Cabral, 2017).

Observaciones personales

Al ser una playa con poca perturbación antrópica, tiene una mayor conservación de las variables abióticas. Además, debido a que se encuentra dentro de una bahía posee mayor protección, ante el embate de las olas, por lo que está menos expuesta a las tormentas y huracanes y, por ende, el oleaje suele presentarse con menor intensidad. Esta playa está constituida por arena de grano fino, por lo que existe mayor retención de agua que otras playas de grano grueso.



Montepío

La playa rocosa de Montepío se ubica en el municipio de San Andrés Tuxtlas, Veracruz, al sur del Golfo de México. Presenta un clima tropical y su régimen térmico es cálido-regular con temperatura media anual de 24.6 °C. Por otra parte, la zona se encuentra bajo la influencia de disturbios cíclicos provocados por la época de nortes que ocasionan un oleaje de mayor intensidad, así como la resuspensión del sedimento, lo cual podría ocasionar un grado de estrés mayor para los organismos que se distribuyen en el sitio (Hernández *et al.*, 2010).

Es una zona costera formada por la desembocadura de los ríos Col y Máquinas. En esta zona el aporte de materia orgánica se sedimenta sobre roca basáltica proveniente del volcán San Martín (Álvarez *et al.*, 1999). Por lo tanto, la zona es rica en nutrientes, aunque el agua presenta turbidez por la influencia de los ríos (Hernández y Álvarez, 2007).

Observaciones personales

Montepío es una playa constituida, en mayor medida, por costa rocosa, es una playa turística, por lo que presenta mayor variación de los factores abióticos. Posee un alto grado de contaminación, gran cantidad de materia orgánica (algas, animales muertos, exuvias, etc.), presenta arena gruesa y poco compacta, tiene una alta intensidad del oleaje, sobre todo en la época de nortes. Su exposición a fenómenos meteorológicos como tormentas y huracanes es alta en comparación con la playa El Jicacal que, al encontrarse protegida por una bahía, presenta menor exposición y por ende la intensidad con la que se presentan dichos fenómenos es menor.

Villa del Mar

La playa Villa del Mar está ubicada en el Municipio de Veracruz, presenta una extensión de 300 m (Pérez, 2012). Posee un clima de tipo A(w2), es decir cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperaturas medias anual y del mes más frío superiores



a 22 °C y 18 °C respectivamente y con una precipitación del mes más seco de 0-60 mm (INEGI, 2002).

Villa del Mar es una playa con gran demanda turística histórica en la ciudad y puerto de Veracruz, debido a que está situada frente al crecimiento urbano-hoteler-recreativo. Está delimitada al norte y sur por dos escolleras de roca y en ella se realizan actividades turístico-recreativas que se atenúan en sentido norte-sur, lo que permite suponer un gradiente de uso en su extensión, teniendo un mayor uso hacia el norte (presencia de lanchas, restaurantes-palapas y turistas), un uso intermedio en su parte central (restaurantes-palapas y turistas) y un menor uso hacia el sur (solo turistas) (Pérez, 2012).





Figura 7. Ubicación de las localidades muestreadas. Veracruz, México. (Mapa elaborado por Carlos Roberto Cruz Gómez con Modelo Digital de Elevación del INEGI (2020)).



MATERIAL Y MÉTODO

Consulta de base de datos

Se sometió a una búsqueda de cangrejos topo en la base de datos de la CNCR del IB, UNAM y se seleccionaron todos los registros que había para el Estado de Veracruz.

Trabajo de gabinete

Una vez seleccionados los registros, se extrajeron los frascos donde se conservan a los individuos en alcohol al 70% y que están presentes en la CNCR. Posteriormente, se fueron sacando a los individuos uno por uno, con pinzas de disección y de relojero de cada frasco y se identificaron con la ayuda del microscopio estereoscópico y de la clave taxonómica Genus *Emerita*-(Felder, 1973), se identificó a *E. benedicti* y *E. talpoida*.

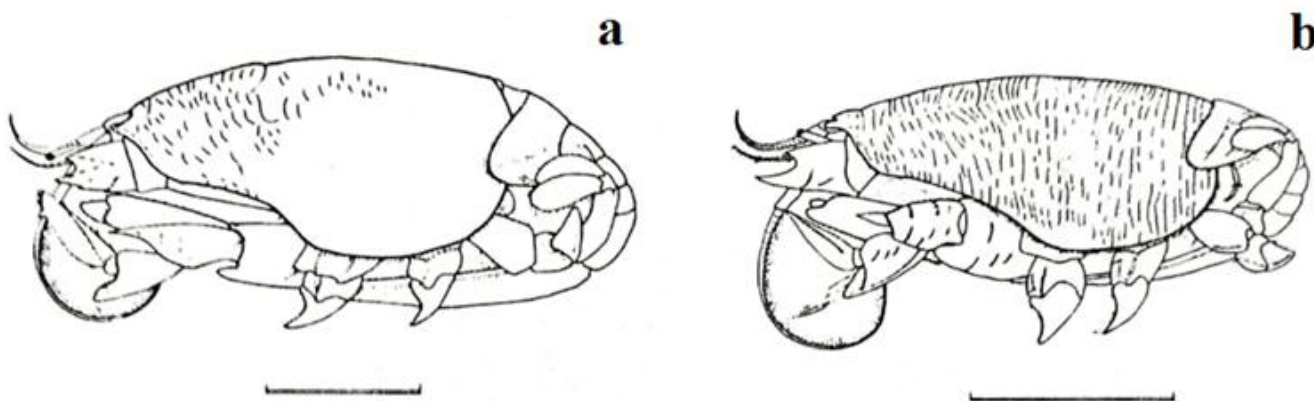


Figura 10. Vista dorsolateral de las especies identificadas donde se pueden apreciar las líneas transversales del caparazón que las diferencian. a, *Emerita talpoida*; b, *Emerita benedicti*. (Tomado y modificado de Felder, (1973)).



Se realizó la toma de fotografías de la anatomía externa de cada especie con la cámara P/Microscopio, modelo: VE-LX1800, 18 MP adaptada al microscopio estereoscópico de la marca Leica, modelo: MEB-126, donde se capturaron las estructuras anatómicas más sobresalientes: vista dorsal, ventral y lateral, apéndices del cefalotórax, huevos, poro genital y pleópodos. Esto permitió observar de manera detallada las diferencias morfológicas que hay entre *E. benedicti* y *E. talpoida*, que fueron las dos especies que se identificaron en este estudio. Sin embargo, es posible que se encuentren más especies de cangrejo topo distribuidas en las playas arenosas de México.

También se llevó a cabo la toma de fotografías bajo la misma escala los diferentes estadios de desarrollo del ciclo de vida para comparar los tamaños que llega a alcanzar el cangrejo topo en sus distintas etapas, así como la comparación de tallas entre ambas especies según los estadios en los que se encontraron (Figura 19a y b).

Para el análisis estadístico, se procedió a contar a los individuos por especie, año de colecta y localidad, después se clasificaron en juveniles, hembras, hembras ovígeras y machos. Los juveniles de manera general son individuos que miden entre 2.0 a 10.9 mm, a veces ubican pleópodos cortos y en estos no se logró determinar el sexo (Nuñez et al., 1974). Lo anterior se asentó en una base de datos de Excel (Versión 2013) con los siguientes parámetros: número de organismo, registro en la CNCR, especie, sexo o juvenil, fecha de colecta y localidad (Tabla 1). De estos datos se generaron las siguientes gráficas: número de individuos por año de colecta (Figura 15a y b), número de individuos por especie (Figura 16), número de individuos por localidad de muestreo (Figura 18) y número de individuos por sexo y madurez sexual (Figura 23).



Tabla 1. Parámetros utilizados para la elaboración de la base de datos de los registros de cangrejos topo obtenidos en la CNCR, IB, UNAM.

Número de organismo	Registro en la CNCR	Especie	Hembra	Macho	Juvenil	Fecha de colecta	Localidad	Estado
1	13402	<i>E. analoga</i>	x			13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
2	13403	<i>E. analoga</i>		x		13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
3	13404	<i>E. analoga</i>	x			13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
4	13405	<i>E. analoga</i>			x	13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
5	13406	<i>E. analoga</i>		x		13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
6	13407	<i>E. analoga</i>	x			13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
7	13408	<i>E. analoga</i>		x		13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
8	13409	<i>E. analoga</i>			x	13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
9	13410	<i>E. analoga</i>		x		13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz
10	13411	<i>E. analoga</i>	x			13-mar-17	Playa Montepio	Veracruz

Los machos poseen testículos, canal deferente y conducto eyaculador que termina en una papila genital de forma triangular situada en la base coxal del quinto pereiópodo. También tienen un par de gonópodos encargados de la transferencia de esperma durante la cópula, ubicados en el primer segmento abdominal (Figura 9b). La madurez de los machos se determinó por un alargamiento bien característico de la papila, lo que comúnmente sucede cuando los machos alcanzan una talla de 6 a 7 mm en LC (Efford, 1965).

Por otro lado, el aparato genital de las hembras consta de ovarios, oviducto y poro genital, el que está situado en la coxa del tercer par de pereiópodos. Poseen tres pares de pleópodos delgados pertenecientes al segundo, tercer y cuarto segmento abdominal (Figura 9c). Estos pleópodos son apéndices delgados de tres segmentos con flecos de setas largas y sencillas y son utilizados como órganos portadores de huevos (Snodgrass, 1952; Efford, 1965).



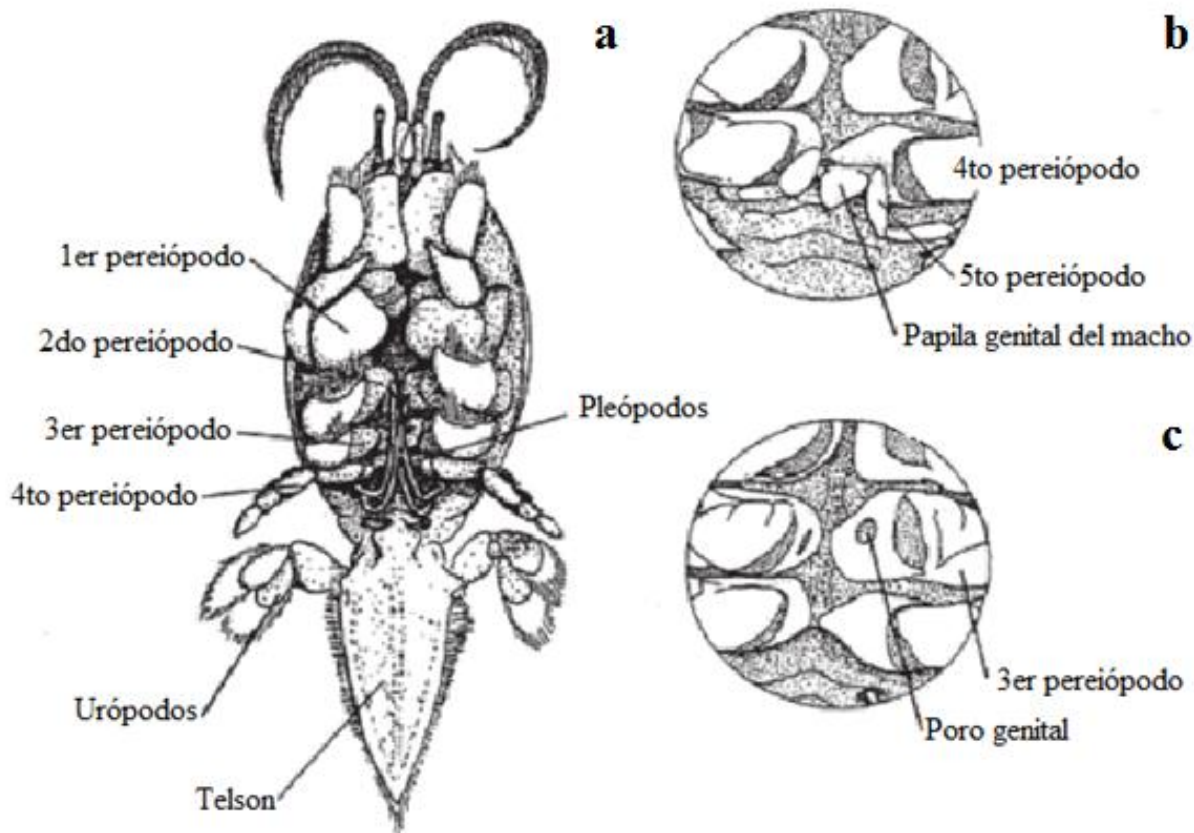


Figura 9. a, vista ventral del cangrejo topo; b, papila genital del macho ubicada en el quinto par de pereiópodos; c, poro genital de la hembra ubicado en la coxa del tercer par de pereiópodos. (Tomado y modificado de Dugan *et al.*, (1990)).

También se determinó la longitud del cefalotórax (LC) tomada sobre el eje longitudinal del cuerpo, desde la espina rostral lateral, hasta la muesca posterior del cefalotórax, con el empleo de un calibrador vernier digital (Marca: Steren, Modelo: HER-411, precisión: 0.2 mm). Estas medidas fueron utilizadas para la representación gráfica de tallas del largo del cefalotórax (LC) (Figura 20a y b) y para su posterior análisis.

Se realizó una gráfica de datos agrupados por especie de los intervalos de tallas de LC (Figura 20 ay b), para ello se generaron los intervalos de clase a partir de la regla de Sturges. Se determinó el tamaño de cada muestra (# total de datos por especie (N)), luego se aplicó la regla de Sturges: $k=1 + 3.322 * \log_{10} (N)$, a partir del dato obtenido en esta operación (# de intervalos), se calculó la amplitud de los intervalos restando el valor máximo menos el valor mínimo de los datos, dividido entre el número de intervalos ($a= (V. \text{máx} - V. \text{mín.})/k$).



Una vez conocido el número de intervalos de la muestra y la amplitud de los mismos se realizó una gráfica con la frecuencia del largo del cefalotórax de *Emerita benedicti* y *Emerita talpoida* (Figura 21a y b). Finalmente, se obtuvo una gráfica que muestra la comparación de tallas de LC en los individuos de ambas especies (Figura 22).



RESULTADOS

I. Características diagnósticas

Para la realización de este estudio fue importante iniciar con la revisión del material depositado en la CNCR. Cada frasco se analizó para determinar a nivel específico cada uno de los individuos contenidos. Las características diagnósticas empleadas para la identificación de las especies se muestran a continuación.

Emerita benedicti

Caparazón subcilíndrico, con rugosidades transversales más o menos continuas, cercanas una a la otra. Rostro triangular, con la punta aguda, separado a cada lado, por una sinuosidad en forma de “U”, de un diente más largo. El margen anterolateral cóncavo y subaserrado. Anténulas un poco más largas que el pedúnculo ocular cuando éste se encuentra extendido en toda su longitud. Antenas tan largas como el caparazón; pedúnculo con el primer artejo corto, el segundo más largo y trífido, la espina dorsal corta, la medial larga y fuerte y la inferior más pequeña y oculta por la medial. Tercer maxilípedo operculiforme, propodio y dactilo largos y con cerdas. Primer pereiópodo con líneas ciliadas transversas e interrumpidas, el carpo con una espina dorsodistal fuerte, el dactilo lanceolado, agudo distalmente. Segundo, tercero y cuarto pereiópodos, fuertes, cortos y cerdosos, con el dactilo curvado y foliáceo; quinto pereiópodo filamentoso y oculto por el abdomen. Somitas del abdomen anchas anteriormente y estrechándose posteriormente. Telson largo, triangular, sus márgenes laterales con cerdas; la punta del telson alcanza la coxa del primer par de pereiópodos (Hernández-Aguilera, 2000).

Distribución geográfica: De Charleston County, Carolina del Sur, E. U. A. a Veracruz, México (Efford, 1976).



Emerita talpoida

Caparazón subcilíndrico con rugosidad evidente sobre la parte anterior, menos evidente y lisa dorsoposteriormente, expansiones laterales lisas. Rostro pequeño, punta redondeada, más corto que los dientes laterales de los cuales está separado por una sinuosidad redondeada. Margen anterolateral cóncavo y con serración más evidente posteriormente. Anténulas más largas que los pedúnculos oculares, biflageladas, el flagelo inferior más corto que el dorsal; artejo basal del pedúnculo con una fuerte lámina espinosa que sobrepasa al artejo distal. Antena tan larga o más que la longitud del caparazón, cuando se extiende; pedúnculo con el primer artejo corto, el segundo es amplio con el ápice trífido, la espina dorsal es corta y ancha, separada de la segunda por una amplia “U”, la segunda espina es fuerte y larga, la tercera espina está poco separada y por debajo de la segunda y es la más pequeña. Primer par de pereiópodos con líneas transversas ciliadas e interrumpidas; dácilo lanceolado; propodio con el margen inferior extendido en un lóbulo redondeado; carpo un poco más largo que ancho con una fuerte espina dorsal. Dos a cuatro pereiópodos locomotores más cortos que el primero, cerdosos, dactilo curvado y foliáceo. Quinto pereiópodo filamentosos y cerdosos, oculto bajo el abdomen. Abdomen con las primeras cuatro somitas y parte de la quinta visibles dorsalmente; la primera se ensancha lateralmente, esta prolongación con tres surcos cerdosos. Urópodos doblados hacia adelante. Telson largo, triangular, la punta alcanza la coxa del primer par de pereiópodos; su margen grueso y redondeado y a cada lado de éste hay un fleco de cerdas, las externas más largas que las internas; la base con dos líneas impresas cortas (Hernández-Aguilera, 2000).

Distribución geográfica: De Harwich (Condado de Bamstable), Massachussetts, E. U. A. a Progreso, Yucatán, México (Williams, 1984).



II. Catálogo fotográfico

En el siguiente apartado, se presenta la serie de fotografías tomadas a cada una de las especies recolectadas. Estas fotografías han sido agrupadas en láminas y a su vez, separadas por especie. En cada una de las láminas se presentan diferentes vistas y estructuras destacadas de cada especie, señaladas con flechas y sus respectivos nombres. En la figura 11, se pueden observar las siguientes vistas: dorsal, ventral, lateral, así como la posición y conformación estructural de las anténulas y antenas en *E. benedicti*. De la misma especie también podemos apreciar los pleópodos (estructuras presentes sólo en las hembras, ya que son los encargados de sostener los huevos). También se observa la masa ovígera y el tamaño de las antenas de un organismo, respecto al largo del cefalotórax (Figura 12).

Así mismo, se muestra la vista dorsal, ventral, lateral y la posición y conformación de las anténulas y antenas para la especie *E. talpoida* (Figura 13). Se obtuvieron fotografías del largo de las antenas, respecto al largo de cefalotórax, el gonópodo (estructura sexual en machos), el poro genital de una hembra (situado en el tercer par de pereiópodos) y los pleópodos (situados en la parte abdominal) y finalmente se observa un acercamiento de los pleópodos (Figura 13).



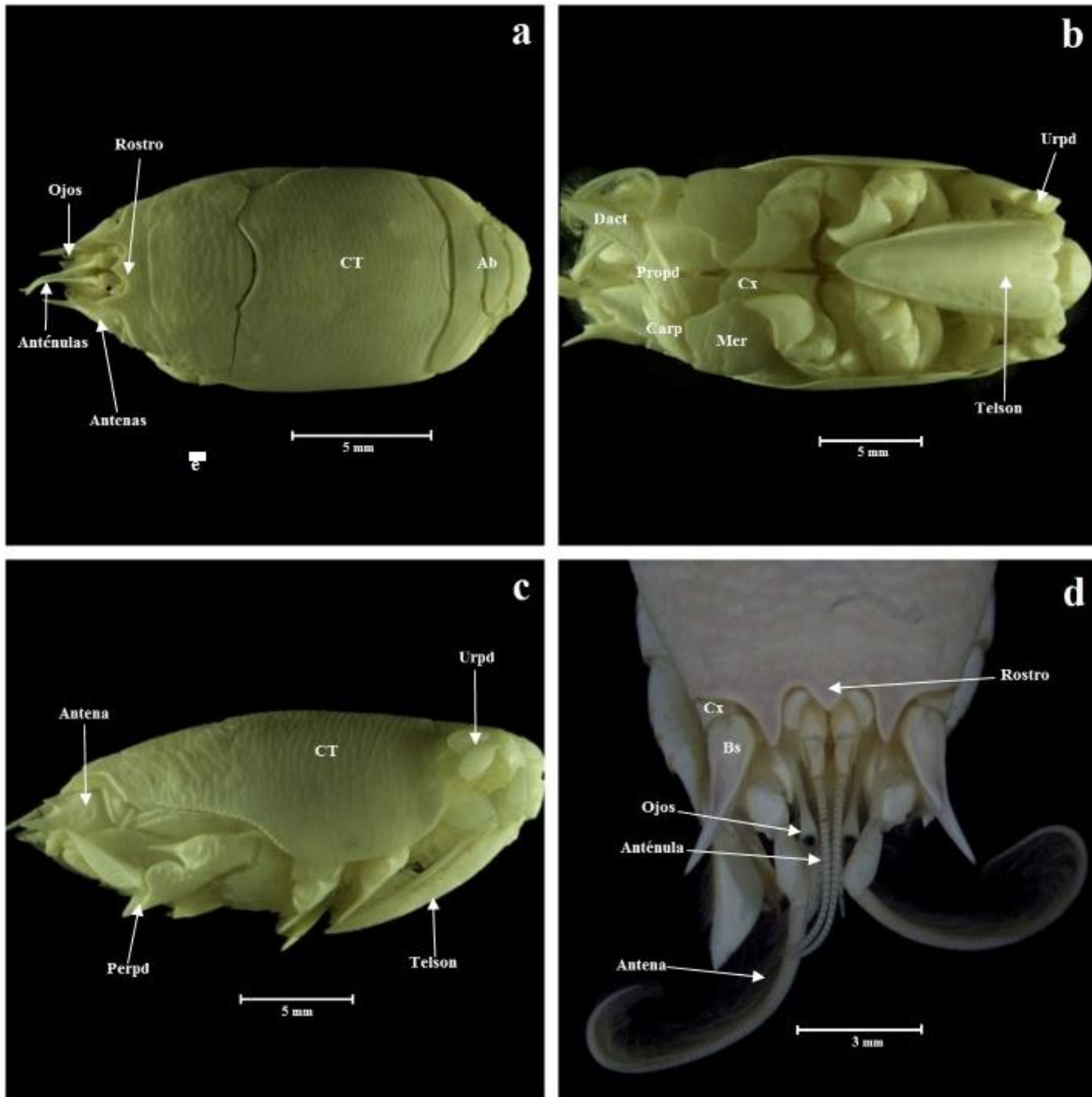


Figura 11. *Emerita benedicti*. a, vista dorsal de un adulto; b, vista ventral; c, vista lateral; d, posición de anténulas y antenas. Abdomen, Ab; Basidiópodo, Bs; Carpo, Carp; Cefalotórax, CT; Coxa, Cx; Dactilo, Dact; Mero, Mer; Pereiópodo, Perpd; Propodio, Propd; Urópodos, Urpd. (Cruz-Gómez (2022)).



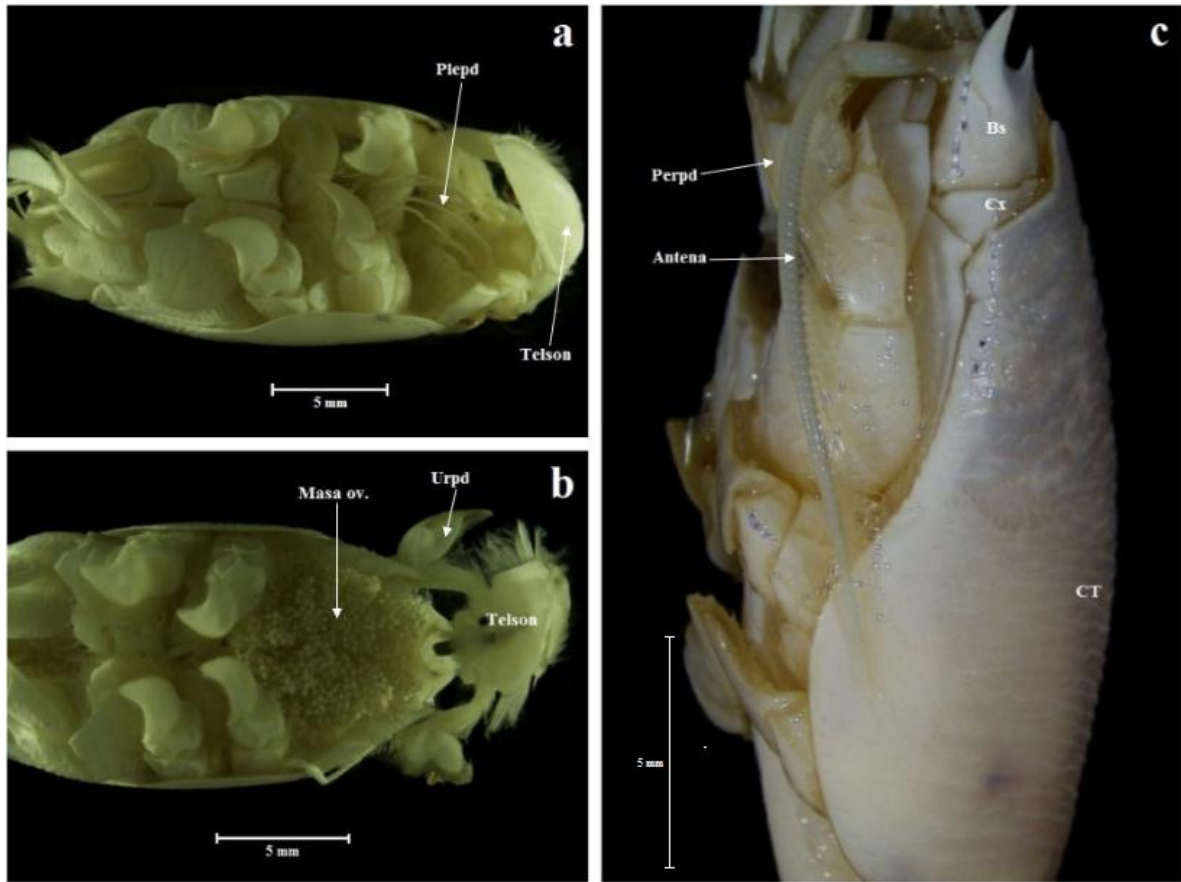


Figura 12. *Emerita benedicti*. a, pleópodos de una hembra adulta; b, masa ovígera; c, tamaño de las antenas de un adulto respecto al largo del cefalotórax. Basidiópodo, Bs; Cefalotórax, CT; Coxa, Cx; Pleópodo, Plepd; Pereiópodo, Perpd; Urópodo, Urpd. (Cruz-Gómez (2022)).



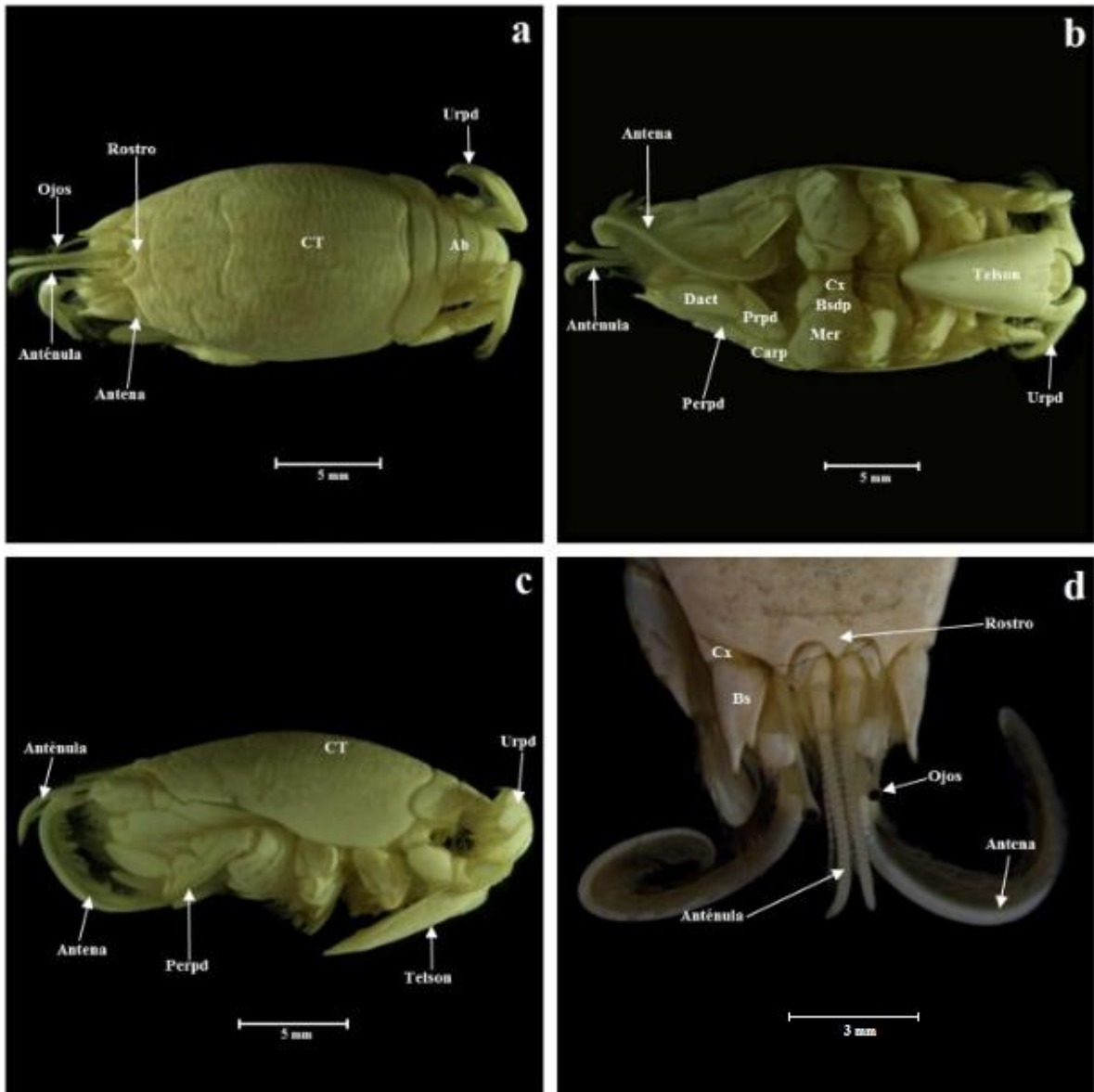


Figura 13. *Emerita talpoida*. a, vista dorsal de un adulto; b, vista ventral; c, vista lateral; d posición de las anténulas y antenas. Abdomen, Ab; Basidiópodo, Bs; Carpo, Carp; Cefalotórax, CT; Coxa, Cx; Dactilo, Dact; Mero, Mer; Pereiópodo, Perpd; Propodio, Propd; Urópodo, Urpd. (Cruz-Gómez (2022)).



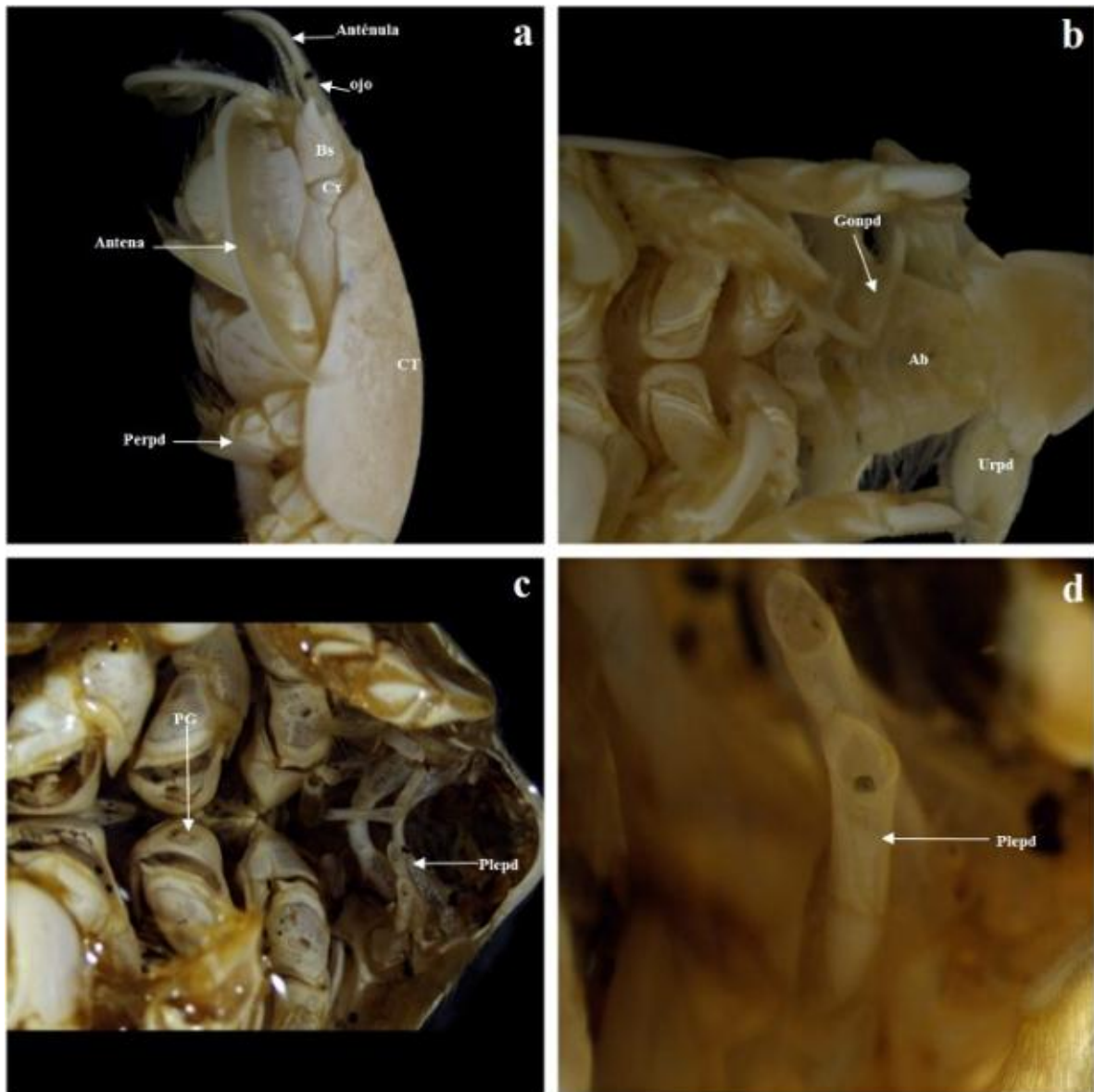


Figura 14. *Emerita talpoida*. a, tamaño de las antenas de un adulto respecto al largo del cefalotórax; b, gonópodo de un macho adulto; c, poro genital y pleópodos de una hembra adulta; d, acercamiento de los pleópodos de la hembra. Abdomen, Ab; Basidiópodo, Bs; Cefalotórax, CT; Coxa, Cx; Gonópodo, Gonpd; Pleópodo, Plepd; Pereiópodo, Perpd; Poro Genital, PG; Urópodos, Urpd. (Cruz-Gómez (2022)).



III. Análisis de colecta

Se analizó el número de registros contenidos en la CNCR por año realizado en el Estado de Veracruz incluyendo ambas especies. En la figura 15a se pueden apreciar los datos recabados para ambas especies y en la figura 15b, se representan los datos recabados separados por especie. El año con el mayor número de individuos recolectados fue en 2013 con 96 organismos, todos pertenecientes a la especie *E. talpoida*. En segundo lugar, se encuentra el año 2015 con 22 individuos recolectados de *E. benedicti*. Se encontró un solo registro que no contenía la fecha de colecta.

En la figura 15b, se puede apreciar que se obtuvieron únicamente cuatro registros para *E. benedicti*, correspondientes a los años 1966, 1986, 2012 y 2015, con cuatro, 11, nueve y 22 organismos respectivamente. Mientras que, para *E. talpoida*, también se obtuvieron cuatro registros correspondientes a los años 1998, 2013, 2017, con 17, 96, uno y un registro sin fecha. En el 2013 se obtuvo el mayor número de registros con 96 individuos. De acuerdo a los resultados, cada especie tiene diferentes años de colecta, es decir, no se encontraron ambas especies en un mismo año.



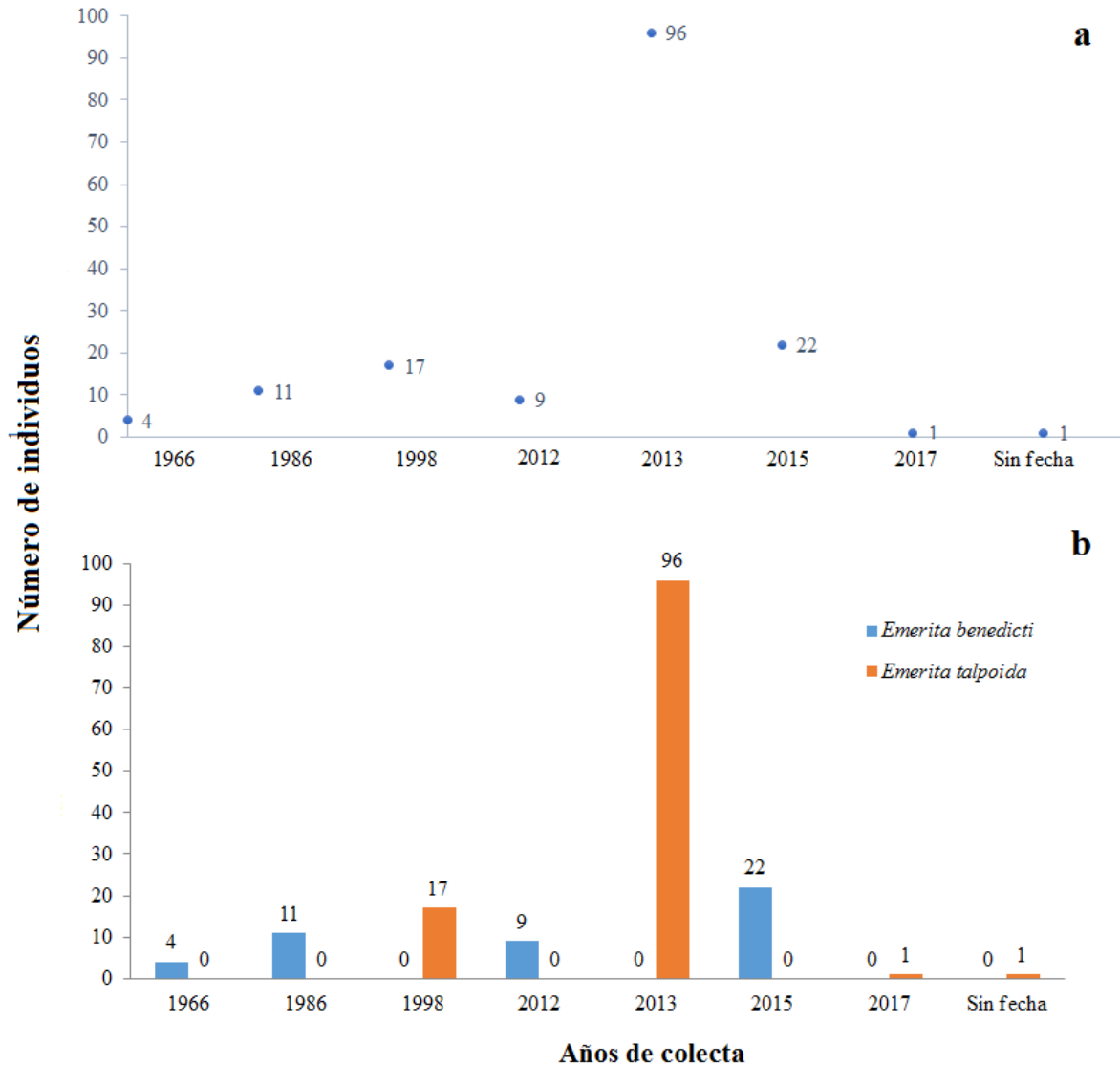


Figura 15. Número de individuos para ambas especies depositados en la CNCR del IB, UNAM por año de muestreo. a, sin importar la especie; b, datos separados por especie.

La figura 16 muestra el número de individuos de ambas especies presentes en la CNCR. Siendo *E. talpoida* la especie con mayor número con 115 (71%), mientras que de *E. benedicti* sólo se reportaron 46 (29%).



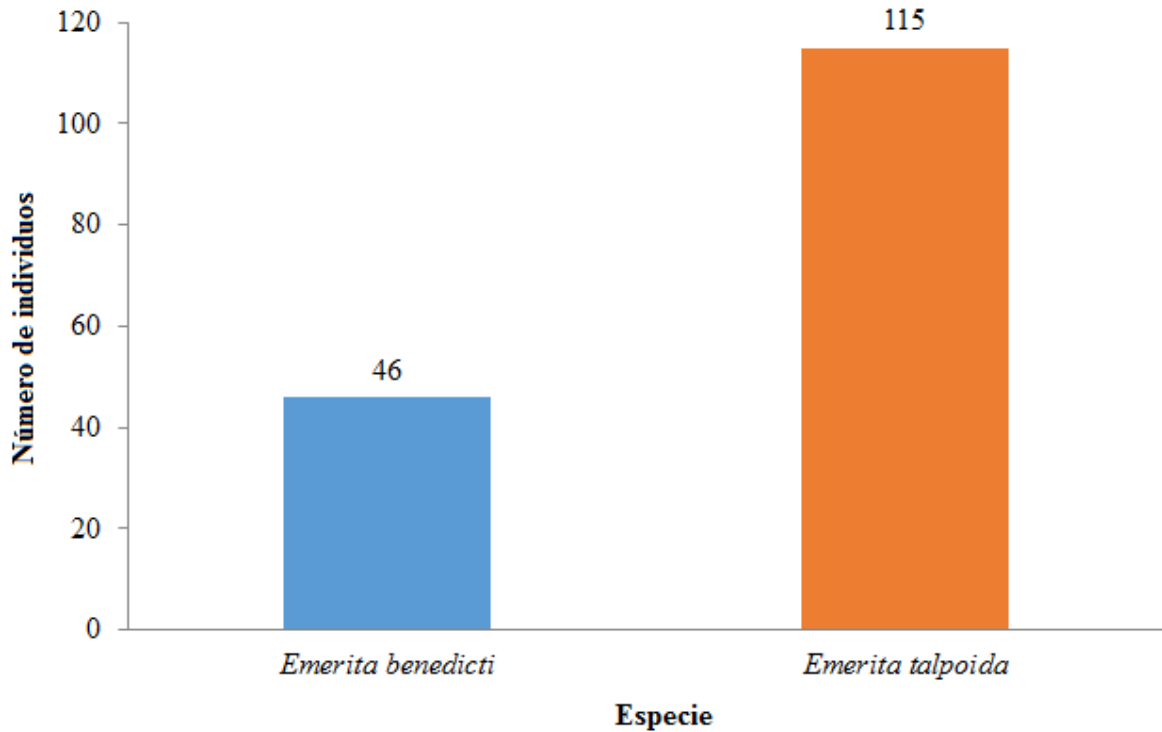


Figura 16. Número de individuos de ambas especies encontrados en la CNCR del IB, UNAM.

En la tabla 2 y figura 17 se observan las localidades donde se llevaron a cabo los muestreos de *E. benedicti* y *E. talpoida*, así como el municipio al que pertenece cada localidad, todos ubicados en el Estado de Veracruz. Se puede observar que, para ambas especies se tienen dos registros distintos, pero hay una tercera localidad, playa El Jicacal, donde están presentes ambas especies. Dicho de otra manera, en cada localidad sólo se encontró una de las dos especies, pero en playa el Jicacal se presentaron las dos.



Tabla 2. Localidades y municipios registrados en la CNCR para cada una de las especies.

Localidad	Municipio	Coordenadas	
		Latitud N	Longitud W
Barra de Corazones, Laguna de Tamiahua	Tamiahua	20° 57' 36" a 22° 06' 32"	97° 18' 41" a 97° 46' 17"
La Mancha	Actopan	96° 32' 22.80"	19° 44' 7.47"
Playa El Jicacal	San Andrés Tuxtla	18° 35' 15"	95° 03' 06"
Playa Montepío	San Andrés Tuxtla	18° 38' 44.03"	95° 05' 44.88"
Playa Villa del Mar, Pto. De Veracruz	Veracruz	19° 10' 45"	96° 05' 37"

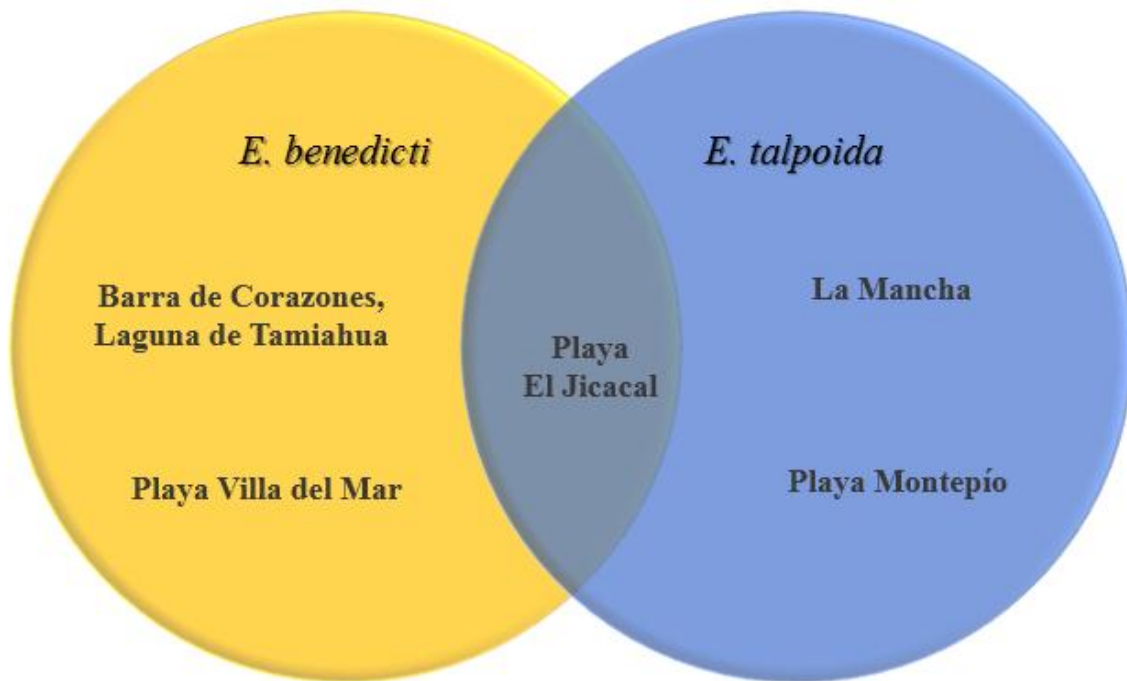


Figura 17. Diagrama de Venn que muestra las localidades donde se ubicó cada especie y donde se superponen las mismas.



En la figura 18, se puede observar el número de individuos por cada localidad de muestreo. La playa El Jicacal es el sitio con mayor número de individuos de ambas especies, *E. talpoida* con 96 (60%) y *E. benedicti* con 22 (14%); así mismo, se puede observar que es la única localidad donde se encuentra una sobreposición de ambas especies. En segundo lugar, se encuentra la playa Barra de Corazones, Laguna de Tamiahua con 20 individuos (12%) pertenecientes a *E. benedicti*, seguido de La Mancha con 17 (11%) de *E. talpoida*. En playa Villa del Mar se reportaron cuatro individuos (2%) para *E. benedicti* y para playa Montepío dos individuos (1%) pertenecientes a *E. talpoida*.

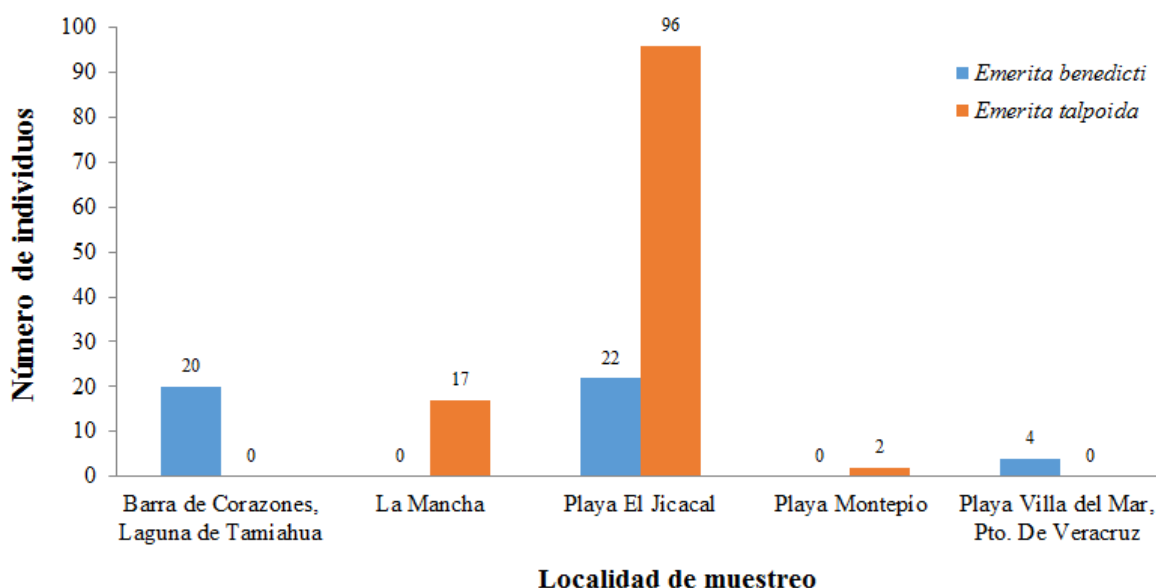


Figura 18. Número de individuos de ambas especies por localidad de muestreo en el Estado de Veracruz encontrados en la CNCR del IB, UNAM.

IV. Análisis de tallas

Se realizó una representación gráfica de tallas del largo del cefalotórax (LC) expresada en mm para *E. benedicti* y *E. talpoida* de las etapas de desarrollo de su ciclo de vida (Figura 19). Se pueden apreciar los distintos tamaños existentes para cada una de las especies, así como los intervalos desde juvenil a una talla de adulto (líneas rojas). Así mismo, se observa que *E. talpoida* alcanzó las tallas más grandes en cuanto al largo del cefalotórax (LC) con un adulto de 35.34 mm y el individuo más pequeño alcanzó los 2.14 mm (Figura



19b). Mientras que, en *E. benedicti*, el adulto de mayor tamaño encontrado fue de 19.97 mm y el juvenil más pequeño presentó una talla de 2.22 mm del largo del cefalotórax (LC) (Figura 19a).

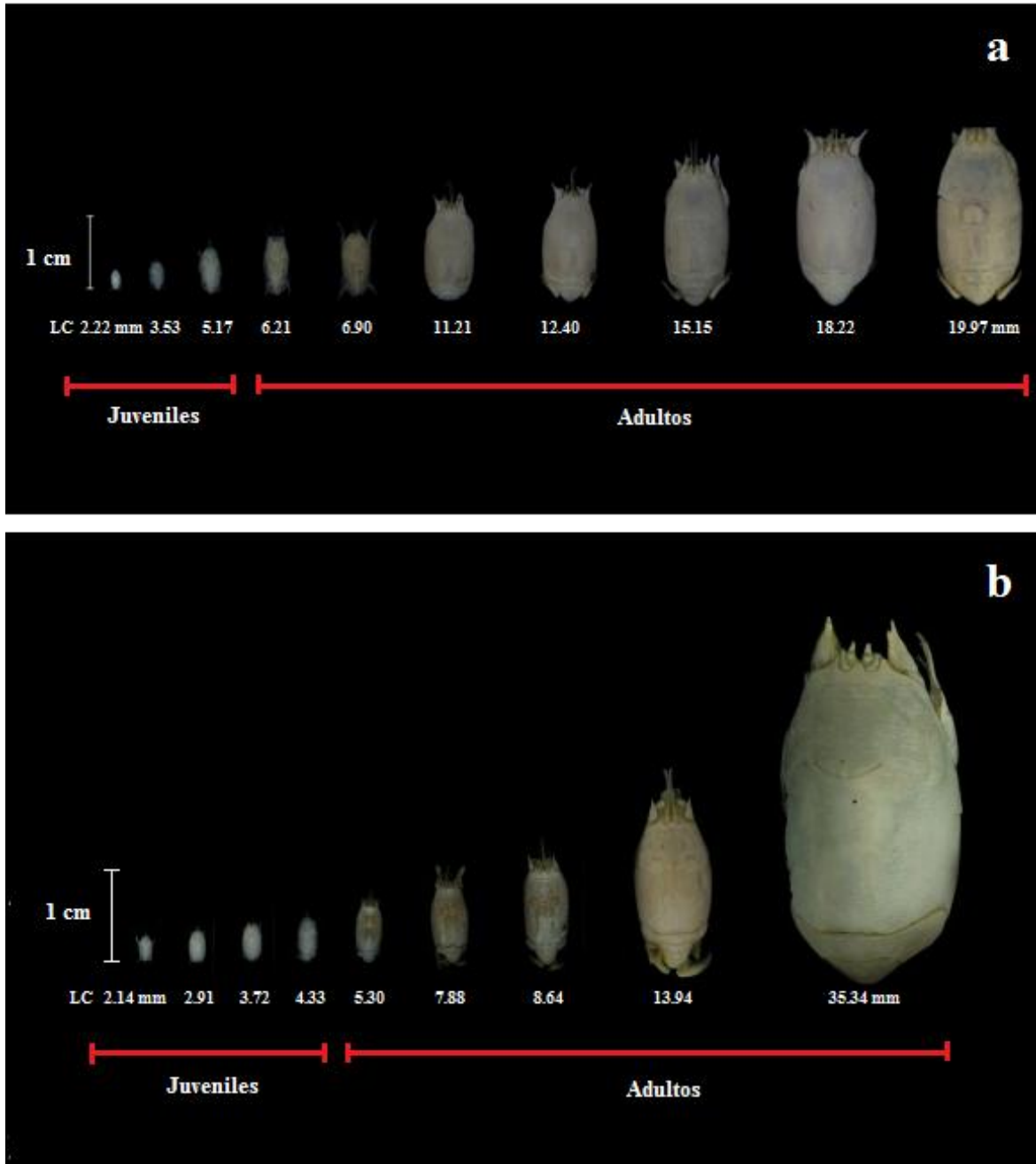


Figura 19. Representación de tallas del largo del cefalotórax (LC, mm) durante el desarrollo del ciclo de vida del cangrejo topo. a, *Emerita benedicti*; b, *Emerita talpoida*. (Cruz-Gómez (2022)).



Se establecieron cinco intervalos de tallas para el largo del cefalotórax (LC, mm) para cada especie. En la figura 20a se observa la frecuencia de cada uno de los intervalos de tallas para *E. benedicti*. Las tallas del largo del cefalotórax para esta especie oscilan entre los 2.22 mm a 19.97 mm. El intervalo de talla que presentó mayor número de individuos fue de 2.22-5.77 mm con 29 (63%), seguido de los intervalos 12.87-16.42 mm (11%) y 16.42-19.97 mm, ambos con cinco individuos (11%), el intervalo 9.32-12.87 mm presentó sólo cuatro (9%) y por último, las tallas de 5.77-9.32 mm presentaron tan sólo tres (7%). La importancia de analizar los datos del largo del cefalotórax en los individuos es para conocer las tallas que están presentando dentro de la muestra analizada (organismos depositados en la CNCR), para poder conocer los rangos de tamaño de cada especie. El tamaño de los invertebrados es usualmente empleado para referirse a la edad de los organismos, para poder realizar un análisis de estructura por edad o, en este caso, por tallas.

En la figura 20b se aprecia la frecuencia para los intervalos de tallas para *E. talpoida*. Las tallas del largo del cefalotórax para esta especie van desde 2.14 mm hasta 35.34 mm. El intervalo de tallas con mayor frecuencia fue el de 2.14-8.78 mm con 111 organismos (97%), en el intervalo 8.78-15.42 mm se encontraron dos individuos (2%). Mientras que, los intervalos 15.42-22.06 mm y 28.7-35.34 mm se posicionaron en el tercer lugar, con un organismo cada uno (1%) y el intervalo 22.06-28.7 mm no presentó ningún organismo. Ambas especies presentaron mayor número de organismos en el intervalo de menor talla.



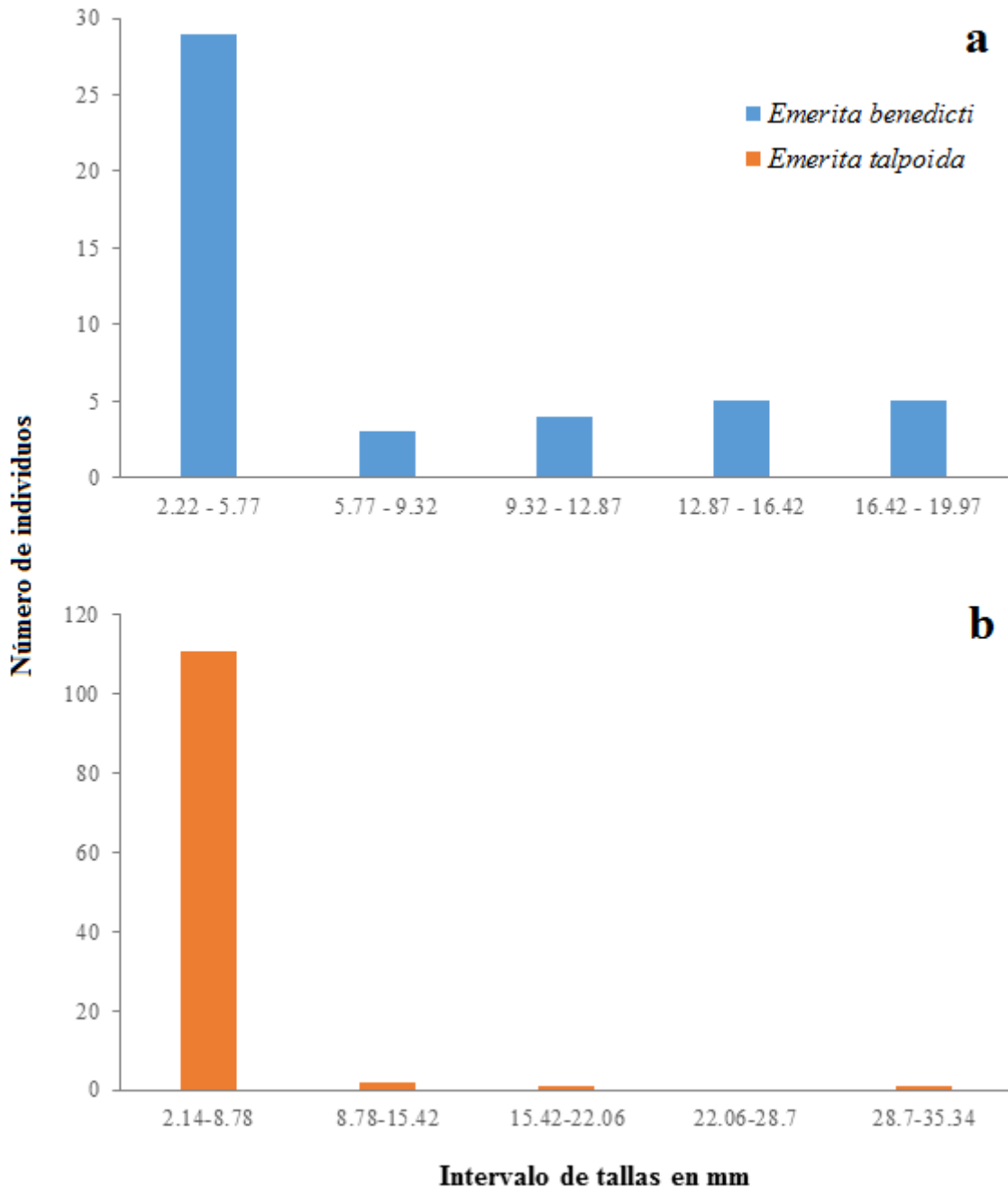


Figura 20. Número de individuos por intervalo de tallas del largo cefalotórax (LC, mm) a, *Emerita benedicti*; b, *Emerita talpoida*.

La figura 21a muestra la frecuencia del largo del cefalotórax presente en cada uno de los cuatro estadios (juvenil, hembra, hembra ovígera y macho) de los cangrejos topo encontrados en *E. benedicti*. En el estadio de juvenil (marcas amarillas), se puede observar una frecuencia del largo de cefalotórax (LC) en donde las tallas van de 2.22 a 5.03 mm,



mientras que el primer organismo con madurez sexual encontrado fue una hembra (marca azul) que presentó un largo de cefalotórax de 6.24 mm. A partir de los 6.93 mm de LC, se pudo diferenciar un macho (marca gris) y es a partir del intervalo de tallas de 10.68 a los 18.22 mm que se observan hembras ovígeras (marcas naranjas). Dentro de ese mismo intervalo de tallas se pueden observar hembras no ovígeras, pero en menor cantidad.

En la figura 21b, se observan las tallas de LC presente en cada uno de los estadios (juvenil, hembra y macho) que se encontraron para *E. talpoida*. En el estadio juvenil (marca amarilla), se observa que las tallas del LC van de 2.14 a los 5.17 mm, 2.83 mm es la moda en la población, seguido de 2.35 mm con tres individuos. A partir de los 5.3 mm es posible identificar a un macho (marca gris), el de mayor talla encontrada fue de 17.21 mm. Por otra parte, en esta muestra poblacional sólo se encontró una hembra que presentó una talla de 35.34 mm y no hubo presencia de hembras ovígeras, debido a que en su momento no se lograron muestrear.

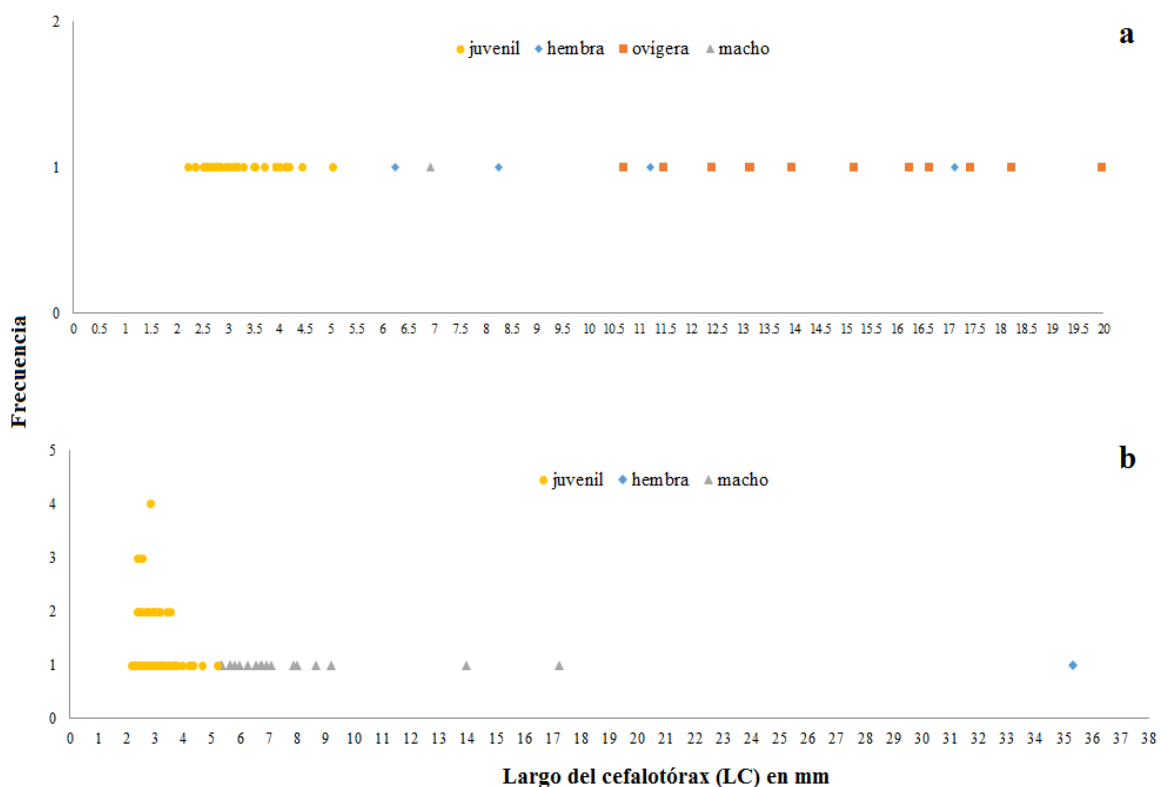


Figura 21. Frecuencia del largo del cefalotórax (LC, mm) de los distintos estadios del ciclo de vida de los cangrejos topos presentes en la CNCR. a, *Emerita benedicti*; b, *Emerita talpoida*.



La figura 22 muestra la comparación de tallas de LC en los individuos de *Emerita benedicti* y *Emerita talpoida*. Se puede observar que en cuanto a los juveniles de *E. benedicti* se observan tallas ligeramente mayores a las de *E. talpoida*, a pesar de que, en esta especie, los juveniles son los más abundantes. Sin embargo, en *E. talpoida* es donde se observan los individuos más grandes, siendo de 35.34 mm la mayor talla en esta especie, mientras que en *E. benedicti* fue de 19.97 mm.

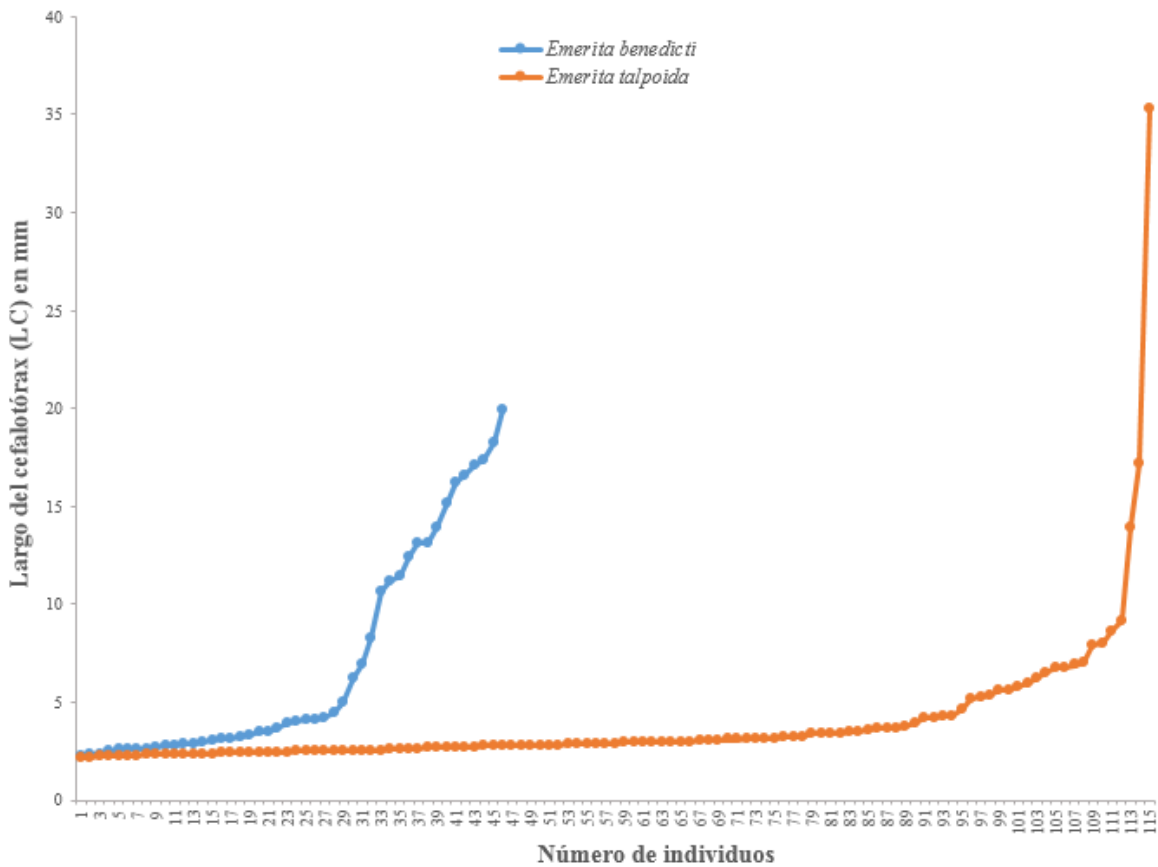


Figura 22. Largo del cefalotórax (LC, mm) de los individuos en *Emerita benedicti* y *Emerita talpoida*.

En *E. benedicti*, la talla mínima de LC fue de 2.22 mm (juvenil), 6.24 (hembra), 6.93 mm (macho) y de 10.68 mm (hembra ovígera). Para el caso de *E. talpoida* la talla mínima fue de 2.14 mm (juvenil), mientras que la mínima para el macho fue de 5.3 mm, la única hembra encontrada midió 35.34 mm. La talla máxima de LC en cada estadio de *E. talpoida* fue de 5.17 mm en juveniles, 17.21 mm en machos y 35.34 mm en hembras (Tabla 3).



Tabla 3. Valores de talla mínima y máxima en mm por cada categoría de *Emerita benedicti* y *E. talpoida*.

	juveniles (mm)		hembras (mm)		hembras ovígeras (mm)		machos (mm)	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
<i>Emerita benedicti</i>	2.22	5.03	6.24	17.12	10.68	19.97	6.93	6.93
<i>Emerita talpoida</i>	2.14	5.17	-	-	-	35.34	5.3	17.21

V. Proporción sexual

En la figura 23 se aprecia el número de individuos según la madurez sexual y sexo de cada especie. Se puede observar que, en la categoría de juveniles es donde existe la mayor concentración en ambas especies. *E. talpoida* con 96 individuos (60%) y *E. benedicti* con 29 (18%). En cuanto a los machos de *E. talpoida* se presentó el mayor número con 18 individuos (11%), mientras que *E. benedicti* sólo reportó un macho (1%). Por otra parte, las hembras tuvieron mayor abundancia en *E. benedicti* presentando cuatro (2%) y en *E. talpoida* sólo se registró una (1%). En la categoría de hembras ovígeras, sólo se situó *E. benedicti* con 12 (7%).

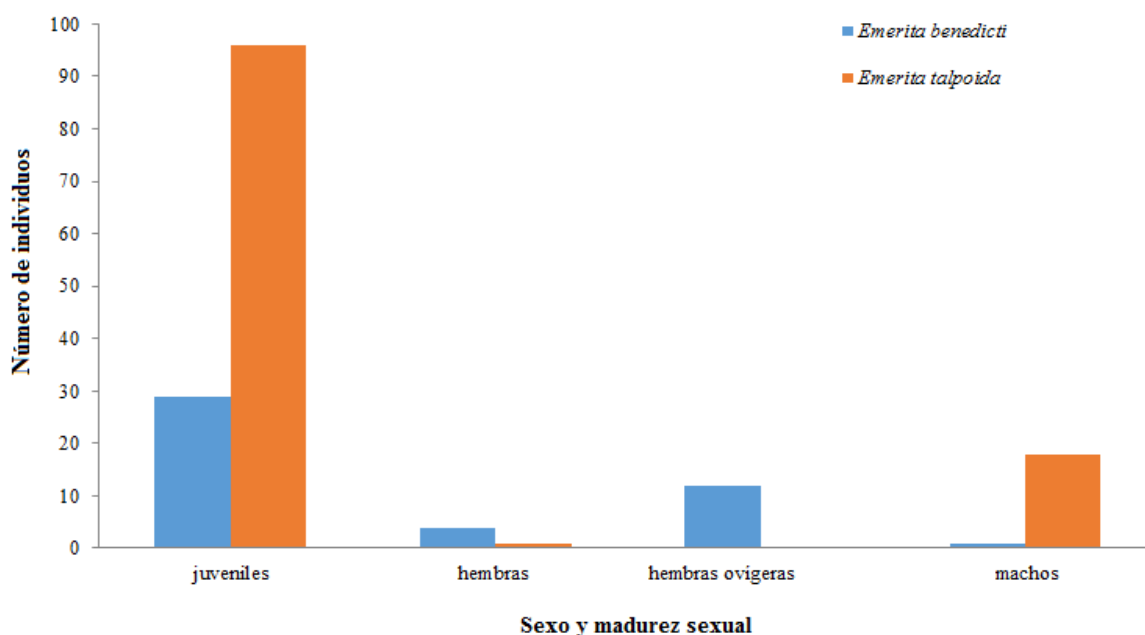


Figura 23. Número de individuos según el sexo y la madurez sexual de *Emerita benedicti* y *Emerita talpoida* encontrados en los registros de la CNCR del IB, UNAM.



DISCUSIÓN

I. Características diagnósticas

La identificación de especies se realizó a través de los criterios de la clave taxonómica Genus *Emerita*- (Felder, 1973) y de la descripción de Hernández-Aguilera (2000). Los criterios de Felder (1973), facilitaron el trabajo al momento de la identificación, pues en esta clave se pueden identificar tres especies: *Emerita benedicti*, *E. portoricensis* y *E. talpoida*, sin embargo, en este trabajo no se encontró a la especie *E. portoricensis*.

La diagnosis a nivel específico se basa principalmente en observar las líneas transversales que pueden extenderse desde la expansión epimeral lateral del caparazón hasta el margen inferior del mismo. En el caso de *E. benedicti*, estas líneas llegan hasta el margen del caparazón, sin embargo, para *E. talpoida*, las líneas no se extienden por todo el caparazón, sino sólo en la parte dorsal (Figura 10a y b). La descripción de Hernández-Aguilera (2000), resultó un criterio más complejo, ya que aborda más aspectos morfológicos de estas especies, la mayoría de ellos son iguales para ambas, pero en esta descripción también menciona la presencia de las líneas o rugosidades que presentan los caparazones y las dimensiones que alcanzan en cada especie, por lo que este último criterio complementó al primero.

Identificar a los organismos juveniles, al ser individuos de menor talla y presentar un color más blanquecino, el observar de manera detallada el caparazón y ver la dimensión de las líneas transversales tuvo mayor dificultad. Por otra parte, la diferenciación sexual se da principalmente por la identificación de los órganos sexuales (ubicación de gonóporo) (figura 14 b-c).

II. Catálogo fotográfico

De acuerdo al análisis fotográfico realizado para presentar las características morfológicas más relevantes de ambas especies, se pudieron observar de manera detallada características importantes de la morfología de estos organismos, entre las cuales destacan las estructuras para la determinación del sexo. En el caso de las hembras, los pleópodos, son



las estructuras encargadas de sostener a los huevos. De igual forma, se pudo observar y fotografiar el poro genital en la hembra, el cual está situado en las coxas del tercer par de pereiópodos. En el caso de los machos, los gonópodos se identificaron como un par de estructuras alargadas, con la punta setosa y más ancha que el resto, los cuales son los encargados de la transferencia del esperma durante la cópula situados en el quinto par de pereiópodos. Lo anterior permitió hacer una identificación adecuada en relación a los sexos.

Así mismo, se tomaron fotografías de las anténulas y antenas, con lo cual se pudo determinar su tamaño, así como los artejos que las componen, observando que las anténulas poseen varios segmentos uniformes con un tamaño pequeño si se comparan con las antenas, que extendidas alcanzan un tamaño más allá de la mitad del cefalotórax con setas largas que forman una red encargada de la filtración de partículas alimenticias.

En los apéndices locomotores (pereiópodos) se pudieron observar de manera más detallada el tamaño, forma y setación de los siete artejos que los componen. Las hembras ovígeras alcanzan una talla mayor que el resto de la población y se pudo observar la posición, forma y tamaño de los huevos.

Las fotografías apoyaron en la observación de la diferencia morfológica de ambas especies. En *E. talpoida* se presenta el dactilo del primer pereiópodo redondeado en su parte distal, además de presentar líneas laterales que se pueden apreciar en la zona dorsal del caparazón, sin llegar a tocar la expansión epimeral lateral del caparazón. En *E. benedicti* se presentan líneas transversales que van desde la zona dorsal hasta la expansión epimeral lateral del caparazón, por lo que se puede decir que *E. benedicti* presenta un caparazón más liso que *E. talpoida* (Figura 10a y b).

El análisis fotográfico facilitó la observación en la complejidad morfológica que han desarrollado estos organismos, tales como: antenas setadas que asemejan a una red que les permite filtrar partículas para alimentarse, urópodos con setas largas que les permiten excavar en sustrato blando (arena), así como también un cuerpo globoso y alargado que les permite enterrarse rápidamente. Todas estas características morfológicas les permiten habitar en un ambiente homogéneo, como lo es la zona intermareal de las playas arenosas. Dichos ecosistemas presentan características como: la ausencia de vegetación, la alta dinámica del



medio acuático, el tamaño de la partícula de arena, el grado de compactación de esta y la disponibilidad de alimento.

Las playas arenosas suelen ser muy inestables, esto debido a los cambios en la energía de la marea, o del oleaje, provocados por las estaciones climáticas o por las tormentas tropicales o nortes, la cantidad de arena sobre la playa varía mucho (Osorio *et al.*, (1971). El sedimento se mueve hacia la costa en verano, desde la costa hacia el mar adentro en el invierno (Lépez *et al.*, 2001) Debido a la gran hostilidad del medio, las especies que pueden colonizar y prosperar estos ambientes de mucha energía, generalmente cuentan con estructuras rígidas de protección. Los ejemplos más conspicuos son los cangrejos excavadores como el topito (*Emerita*), o algunos caracoles como el caracol luna (*Polinices*), o bivalvos (*Donax*), aunque también se presentan formas excavadoras como poliquetos y anfípodos (Salazar Vallejo y González, 1990).

Los organismos que forman parte de la infauna (enterradores) conforman comunidades cuya distribución es afectada por factores como la estabilidad del sedimento, el oxígeno disuelto en el agua, temperatura, el tamaño de las partículas del sedimento, cantidad de materia orgánica contenida entre los granos de arena y el espacio intersticial. Dichos factores abióticos ejercen influencia en el tipo de organismos que lo habitan. La homogeneidad en estos ecosistemas conlleva a que exista una menor cantidad de especies, con distribución agregada o en “parches” (Gray, 1974; Castro y Huber, 1997; Brazeiro *et al.*, 1998).

Las playas arenosas de zonas urbanizadas también se ven afectadas por la actividad antropogénica, pues estas actividades ocasionan perturbación en los sedimentos y en la macroinfauna (Acuña y Jaramillo, 2015). Sin embargo, dentro de las ventajas que tienen los organismos para adaptarse a todas estas condiciones, es el haber desarrollado ritmos de migración vertical que maximizan los recursos alimenticios y la posibilidad de disminuir la depredación. Por lo que, el tiempo de actividad, debido a la predicción de los cambios en su hábitat, permite a los organismos sobrevivir y explotar las condiciones físicas del medio (Klapow, 1972; Hacking, 1996; Stillman y Barnwell, 2004; Cruz-Motta, 2005).



Emerita talpoida es capaz de alcanzar una talla mayor que *E. benedicti*, esto comprueba que estas especies poseen estrategias adaptativas distintas. En el caso de *E. benedicti*, el ser un organismo con tallas más pequeñas podría conferirle ciertas ventajas, como: 1) disminuir el número de depredación, pues a pesar de que sus principales depredadores, las aves poseen una visión muy desarrollada, siempre es más fácil ver una presa grande que una de menor tamaño; 2) asegurar la sobrevivencia ante la selección artificial causada por el humano, esto es, los cangrejos topo son comúnmente utilizados en muchos poblados como carnada para la pesca, por lo cual, los pescadores prefirieran mayormente aquellas carnadas de mayor talla y; 3) mayor velocidad de enterramiento, pues de su tamaño dependerá la profundidad de enterramiento que les permita cubrirse completamente.

Por otra parte, *E. talpoida* también adquiere ciertas ventajas respecto a una talla mayor; lo que hace pensar que esta especie puede ser más abundante que *E. benedicti*. Aunque, en su caso, al ser un organismo de mayor talla, es más propenso a la depredación, pero, a su vez, su talla le da fuerza física, lo que hace a esta especie mejor competidora de recursos (Díaz, 1980). Los principales recursos por los que podrían competir ambas especies, al coexistir en un mismo nicho, son el espacio y el alimento, por lo que una de estas dos especies debe estar limitándose por un recurso y la otra por el otro, de esta manera pueden llegar a un punto de equilibrio que les permita seguir coexistiendo (Begon *et al.*, 2006).

Empero, el hecho de que estas especies presenten distintas tallas no quiere decir que una sea más exitosa que otra, simplemente estas diferencias que les confieren ciertas ventajas. Existe una disponibilidad diferente de los recursos, de acuerdo con su talla, por lo que ambas especies coexisten en una misma localidad.

III. Análisis de colecta

De los registros contenidos en la CNCR de cangrejos topo para la vertiente del Golfo de México, sólo se tienen muestreados siete años (1966, 1986, 1998, 2012, 2013, 2015 y 2017). Es decir, en 51 años, sólo se han muestreado estas dos especies en ocho ocasiones



(incluyendo un muestreo sin fecha). Es difícil saber la razón exacta por la cual existan tan pocos registros para la CNCR. Entre las razones probables tenemos: 1) poco interés en la recolecta de este grupo de crustáceos; 2) las técnicas de recolecta requieren material especializado para su captura, como por ejemplo, tamices adecuados para la recolección de estos individuos y palas; 3) se debe precisar un conocimiento previo de la ecología de las especies para saber cómo y dónde encontrarlas; 4) su abundancia suele no ser muy elevada, debido a que el ambiente arenoso es homogéneo y la cantidad de taxones que pueden adaptarse a vivir en estos sitios es pobre, entonces, la diversidad y la abundancia de los organismos suele ser menor en estos ambientes (Da Silva, 2018).

Se analizó un total de 161 individuos para ambas especies, 46 para *E. benedicti* y 115 para *E. talpoida*. La coexistencia de dos especies que compiten por los mismos recursos puede ocurrir siempre y cuando se reduzca el número de individuos por especie para así reducir la competencia (Begon *et al.*, 2006).

La localidad que presentó el mayor número de organismos para ambas especies fue El Jicacal: 96 individuos para *E. talpoida* y 22 para *E. benedicti*, datos correspondientes al año 2013. Esta abundancia, en comparación con otras localidades, podría deberse a dos principales factores: 1) que al ser una playa arenosa mejor conservada tiene poca perturbación antrópica, en comparación con las demás localidades muestreadas, que presentan mayor actividad de este tipo; 2) al no haber una importante cantidad de turismo se garantiza que la arena no esté tan compactada por el paso de los transeúntes u otro tipo de formas de compactar el sustrato, por ejemplo, el paso de las cuatrimotos en el área. Por ello, si una playa tiene un sedimento sin compactación, los organismos enterradores tendrán mayor libertad de movimiento. Considerando su condición de playa mejor conservada, El Jicacal tampoco tiene problemas de contaminación por basura o por hidrocarburos provenientes de lanchas. Así mismo, al ubicarse la playa El Jicacal dentro de una bahía tiene una mayor protección ante el embate de las olas y por ende el oleaje suele presentarse con menor intensidad.

En contraste, Montepío fue el sitio donde se obtuvo el menor número de organismos, sólo dos individuos de la especie *E. talpoida*. Es importante mencionar que esta playa suele ser una de las más visitadas en la región de Los Tuxtlas, por lo que presenta mayor alteración debido a factores antropogénicos. Posee grado de contaminación, debido a la afluencia de



turistas, sobre todo en época vacacional, gran cantidad de materia orgánica (conchas, algas, animales muertos, exuvias de artrópodos marinos, etc.). Presenta una alta intensidad del oleaje, sobre todo en la época de nortes. Además, al no existir una barrera de protección tipo bahía, presenta mayor exposición a fenómenos meteorológicos como tormentas y huracanes, por lo que estos suelen presentarse con mayor intensidad en la zona. Todas estas condiciones podrían explicar la menor abundancia del cangrejo topo en playa Montepío (Hernández *et al.*, 2010)

Es importante recalcar que en Montepío hay una zona más extensa de playa rocosa que limita el área de playa arenosa, donde posiblemente se encuentren las especies de cangrejo topo. En esta playa, también convergen dos ríos: el río Máquinas y el río Col, los cuales ocasiona una salinidad menor en el ambiente, particularmente en época de lluvias cuando el caudal de los ríos aumenta y quizás la disminución de salinidad sea otro factor importante que influya en la permanencia de estos organismos (Hernández-Álvarez, 2009).

Al ser organismos tan abundantes en la línea de costa, los hippidos, han sido considerados de las pocas especies que tienen función de indicadores biológicos, pues ayudan a identificar alteraciones ambientales en las playas de arena. Esto se debe principalmente a que especies del género *Emerita* han desarrollado una alta plasticidad, por lo que tienen diferentes respuestas a la variación ambiental (Lercari, 2000). *E. analoga* es capaz de bioacumular metales pesados como el cobre e hidrocarburos, lo cual ayuda a disminuir el impacto ambiental causado por las perturbaciones antrópicas (Lépez *et al.*, 2001; Dugan *et al.*, 2005)

Así como en esta investigación, en el estudio de Luque (2016), los crustáceos fueron reportados como el grupo más abundante en las dos playas arenosas situadas en la localidad de Catas, Punta de Bombón, Perú, siendo *E. analoga* la especie con mayor abundancia. Por otro lado, Lépez *et al.* (2001), determinaron dos períodos reproductivos para esta especie: invierno y verano. Desafortunadamente, en los registros de la CNCR no aparecen los meses de colecta y por tanto no tenemos conocimiento de cuál es el mes en el que aparecen las hembras ovígeras de las dos especies identificadas.



En América se distribuyen seis especies de cangrejos topo pertenecientes al género *Emerita*: *E. analoga*, *E. benedicti*, *E. portoricensis*, *E. talpoida*, *E. brasiliensis* y *E. rathbunae*. De estas, Veracruz presenta al menos tres, lo cual representa el 50% de la totalidad de las especies.

Las condiciones ambientales de la franja intermareal resultan ser demasiado extremas para algunas especies de animales, por lo que no han sido aptas para colonizar este hábitat. Ciertas características como la perturbación de la arena cuando rompen la ola, el efecto de mareas y tormentas, la exposición a temperaturas y salinidad extrema, así como la depredación que ocurre tanto en la parte terrestre como marina hace a este ecosistema un lugar poco habitable. Los cangrejos topo poseen una capacidad para enterrarse en la arena a gran velocidad (Jones, 1936; MacGinitie, 1938; Efford, 1965, citados por Efford, 1966), estos hábitos les permiten obtener mayor protección al vivir debajo de la superficie de la arena y no permanecer expuestos a la perturbación de la superficie todo el tiempo (Efford, 1966).

IV. Análisis de tallas

Mujica *et al.* (2015), reportaron que la morfología general de la megalopa de *E. analoga* y la estructura de sus apéndices tienen gran similitud con los juveniles, lo que permite su identificación específica. Además, determinaron que ciertos caracteres morfológicos como el número de segmentos de los apéndices y su setación, son claves para su identificación y diferenciación de otras megalopas pertenecientes al mismo género. Si bien, en esta investigación no se analizaron las megalopas, se trabajó con organismos juveniles, los cuales poseen una morfología muy parecida a la de un adulto, los organismos de menor talla, están entre los 2.0 a los 5.30 mm de LC, presentan antenas setosas y anténulas cortas, apéndices locomotores con poca diferenciación de los artejos, son de un color blanquecino, a diferencia de los adultos que tienen un color más amarillento. Algunos juveniles presentaron pleópodos cortos y delgados, por lo que en todos fue imposible determinar el sexo.



A diferencia de los organismos juveniles, las hembras adultas presentaron tres pares de pleópodos provistos de setas, largos y delgados parecidos a un spaghetti, el primer par más delgado que los siguientes dos pares. Los machos presentaron un par de gonópodos alargados y delgados, ensanchados en la parte distal y con terminaciones setosas.

Contreras *et al.* (2000), reportaron en su estudio lo siguiente: 1) la mayor abundancia poblacional de *E. analoga* se obtuvo en los meses de marzo y diciembre de 1997; 2) se recolectaron juveniles y hembras ovígeras en todos los muestreos; 3) el rango de tallas de las hembras ovígeras fue entre 12.6 y 26.4 mm; 4) la fecundidad aumentó significativamente con la talla de las hembras en los periodos estacionales analizados y; 5) los análisis de crecimiento mostraron que las hembras tienen tasas de crecimiento y tamaño corporal mayores que los machos. Mientras que, en este estudio se pudo corroborar que la incidencia de hembras ovígeras es más sobresaliente en *E. benedicti* que en *E. talpoida*, pues en esta última no se encontró ninguna hembra ovígera. No obstante, en comparación con *E. analoga*, las hembras ovígeras de *E. benedicti* presentaron un rango de tallas entre 10.98 y 19.97 mm de LC, por lo que se puede observar que *E. benedicti* presentó hembras ovígeras con tallas más pequeñas. De esta manera, a partir de los datos recabados para la realización de esta investigación, se pudo corroborar que las hembras ovígeras alcanzan un mayor tamaño que el resto de la población.

Para que la diferenciación sexual se lleve a cabo, tiene que pasar un periodo que se ve reflejado a través de varias mudas (crecimiento). Las hembras y las hembras ovígeras alcanzaron las mayores tallas que el resto de la población. Se observó una hembra no ovígera (*Emerita talpoida*) con una talla superior al resto de las no ovígeras. Otro punto importante es que, probablemente las hembras ovígeras de menor talla tengan menos cantidad de huevos que las hembras de mayor talla. Contreras *et al.* (2000), confirmaron lo anterior, pues encontraron que las hembras de *Emerita analoga* tienen tasas de crecimiento y tamaño corporal mayores que los machos. Además, la fecundidad aumentó significativamente con la talla de las hembras en los periodos estacionales que analizaron estos autores.

Apín *et al.* (2010), encontraron en el mes de octubre el valor más elevado de la densidad poblacional de *Emerita sp.* con 188.3 ind/m². Siendo los intervalos 3, 4 y 10 mm los porcentajes más altos y la talla mínima de una hembra ovígera fue de 7.09 mm. En el



presente estudio, los intervalos con los porcentajes más altos fueron 2.22-5.77, 12.87-16.42, 16.42-19.97 mm para *E. benedicti* y la talla mínima de la hembra ovígera fue de 10.68 mm, mientras que para *E. talpoida* el intervalo con el porcentaje más alto fue 2.95-9.42 mm.

Los datos obtenidos en *E. talpoida*, reportan la ausencia de hembras ovígeras, sin embargo, por el único registro que se tiene de una hembra adulta, se puede observar que alcanzan grandes tallas (hasta 35.34 mm) y, aunque no se tiene mucha información acerca de su ciclo reproductivo, se podría conjeturar que se trata de una especie iterópara, pues en el caso de *E. análoga* se ha observado que las hembras después de la emergencia de las larvas mudan y un nuevo apareamiento puede ocurrir a los pocos días (Sánchez-Rivas, 1988). Se hace la comparación con esta especie, ya que en el país no se han realizado más estudios referentes a la biología reproductiva de estas especies.

V. Proporción sexual

Lercari (2000), encontró que las variaciones espaciales en la abundancia de los diferentes componentes poblacionales (juveniles, machos, hembras y hembras ovígeras) de *E. brasiliens* estaban correlacionadas significativamente con las fluctuaciones en salinidad. Así mismo concluyó que, la estructura poblacional por sexo y tamaño, el peso individual, la fecundidad y los patrones de madurez sexual de las hembras, también mostraron respuesta no lineal a la distancia de la descarga del canal. Por otra parte, demostró que las descargas artificiales de agua dulce pueden influenciar significativamente la distribución, abundancia y aspectos de la historia de vida en poblaciones de playas arenosas.

Con base en lo anterior, en este estudio se pudo corroborar que los componentes poblacionales tienen una dinámica muy evidente al no presentarse el mismo número o parecido de individuos en las diferentes categorías (juveniles, machos, hembras y hembras ovígeras). Es probable que, de igual manera, las fluctuaciones en la salinidad, de las distintas localidades, ocasione la diferencia en el número de organismos por categoría. Por ejemplo, en la playa Montepío, donde desemboca el río Col y el río Máquinas, se observó una disminución drástica en el número de organismos encontrados. No obstante, otros factores



como el tamaño del grano de arena, la temperatura, la desecación, la perturbación de la playa, la disponibilidad de alimento o el número de depredadores también podrían estar interviniendo en el componente poblacional de las localidades muestreadas.

En cuanto a la estructura poblacional de ambas especies, en este estudio hubo presencia de un mayor número de juveniles en comparación con las demás categorías. Sin embargo, si comparamos entre las dos especies, *E. talpoida* tuvo mayor cantidad de juveniles que *E. benedicti*. La diferencia entre la composición y abundancia de los individuos puede deberse a la disimilitud de factores abióticos característicos de cada localidad; 1) intensidad del oleaje, 2) inclinación de la pendiente de la playa, 3) tamaño de la partícula de arena, 4) cantidad de materia orgánica, 5) grado de perturbación, 6) niveles de contaminación, 7) compactación del sustrato, además de la influencia que tiene la estacionalidad en cada zona.

Dado que los organismos juveniles fueron los más abundantes en este estudio, tanto para *E. benedicti* como *E. talpoida*, podría sugerirse lo siguiente: a) los muestreos coincidieron con épocas de juveniles, b) los organismos juveniles suelen ser más comunes que el resto de los componentes de la población y c) los juveniles se encuentren en una zona de mayor facilidad de muestreo (más cercana a la línea de costa).

Así mismo, podríamos pensar que en cualquier época de muestreo se pueden recolectar juveniles, pues de acuerdo con Sánchez y Álamo (1974) las hembras de la especie *E. analoga* desovan todo el año, encontrándose fecundidades de 675 a 900 huevos entre longitudes de cefalotórax de 14.6 y 22.3 mm, lo cual también podría estar ocurriendo en *E. benedicti* y *E. talpoida*, pues a pesar de ser distintas especies, en este trabajo la mayor abundancia de individuos también se concentró en los juveniles.

La proporción sexual de *E. talpoida* fue de 18:1 macho/hembra, lo cual es similar a lo reportado por Sánchez y Álamo (1974), pues encontraron en *E. analoga* un mayor predominio de machos con respecto a las hembras, alcanzando una proporción de 16:1. Por otra parte, la longitud de cefalotórax alcanzada para *E. analoga* fue de 14.6 y 22.3 mm. En *E. benedicti* se obtuvieron hembras ovígeras con tallas más pequeñas, que van de 10.98 y 19.97 mm. Así mismo, observaron que la densidad poblacional es variable en una misma estación del año en las localidades examinadas. Comparativamente a lo que se obtuvo en el



resultado de este trabajo, se puede decir que ambas especies (*E. benedicti* y *E. talpoida*) también presentan una densidad poblacional variable. Comparando los resultados de Da Silva, (2018) quien encontró que la especie *E. rathbunae* tiene una distribución espacial agregada y en el análisis de la proporción sexual se reportó un resultado mayor en hembras 15.7:1.

Aunque no ha sido un muestreo dirigido al grupo, ni a las especies del cangrejo topo, de cualquier forma, los registros encontrados en la CNCR aportan una información importante de todo lo que se ha recolectado a través del tiempo. No obstante, se recomienda realizar estudios futuros, enfocados en la biología reproductiva, así como en la estructura y dinámica poblacional de estas especies en México, para comparar los resultados obtenidos en este trabajo.



CONCLUSIONES

- Las características morfológicas permiten diferenciar con plenitud a ambas especies.
- El catálogo fotográfico mostró las partes morfológicas relevantes de los cangrejos topo.
- El año con el mayor número de organismos recolectados fue 2013 con 96 organismos, todos pertenecientes a *E. talpoida*.
- Las tallas del largo de cefalotórax para *E. benedicti* van de los 2.22 mm hasta 19.97 mm y el intervalo de tallas con más organismos fue de 2.22-5.77 mm (63%).
- Es posible que una vez que se diferencian en hembras pasa un periodo de tiempo (representado en mudas) para poder convertirse en hembras ovígeras.
- La talla máxima del largo del cefalotórax de *E. benedicti* fue de 5.03 mm para juveniles, 6.93 mm para machos, 17.12 mm para hembras y 19.97 para ovígeras.
- Las tallas del largo del cefalotórax para *E. talpoida* van desde 2.14 mm hasta 35.34 mm y el intervalo de tallas con mayor frecuencia fue el de 2.14-8.78 mm.
- *Emerita talpoida* fue la especie con mayor cantidad de individuos, con 115 organismos (71%) y con las tallas más grandes.
- La playa El Jicacal fue el sitio con el mayor número de individuos y donde se encontró una sobreposición de ambas especies.
- *Emerita benedicti* fue la única especie que presentó hembras ovígeras.
- El mayor número de organismos para ambas especies fueron los juveniles.
- *Emerita talpoida* es la especie que presentó mayor número de machos.
- Las hembras tuvieron mayor abundancia en *E. benedicti* (2%).



LITERATURA CITADA

- Acuña, E. O. y E. Jaramillo. 2015. Macroinfauna en playas arenosas de la costa del Norte Grande de Chile sometidas a diferentes presiones antrópicas. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, **50**(2):299-313.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos, M. E. Hendrick, B. E. Escobar, R. G. Almaraz y E. Campos. 2014. Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, **85**. DOI: 10.7550/rmb.38758.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles. 1999. Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, **70**(1), 27 pp.
- Apín, Y. C., F. A. Ocaña, Y. R. Cala de la Hera y L. M. Gómez. 2010. Estructura Poblacional de *Emerita sp.* (Crustacea: Decapoda) en playa Levisa Granma Cuba. *Universidad de oriente*. 1-10.
- Ayala Castañares, A., R. Cruz, A. García-Cubas Jr. y L.R. Segura. 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. p: 39-48.
- Begon, M., C.R. Townsend and J.L. Harper. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Malden, MA.
- Boletín de la Academia de las Ciencias de California del Sur. Recuperado el 15 de octubre de 2020. Disponible en: <https://www.alamy.es/boletin-de-la-academia-de-ciencias-de-california-del-sur-la-ciencia-historia-natural-historia-natural>.
- Brazeiro, A., N. Rozbaczylo y J. Fariña. 1998. Distribución espacial de la macrofauna en una playa expuesta de Chile central: efectos de la morfodinámica intermareal. *Revista de Investigaciones Marinas*, **26**: 119-126.
- Brusca, R. C., G. Giribet y W. Moore. 2023. *Invertebrates*, Fourth Edition. Oxford University Press, New York. 1080 p.
- Brusca, R.C., W. Moore y S. M. Shuster. 2016. *Invertebrados*. Third Edition. Sinauer Associates. GUANABARA KOOGAN LTDA, Río de Janeiro. 1254 p.
- Cabrales, F. A. S. 2017. Estudio poblacional de *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) (Echinodermata: Echinoidea: Mellitidae) en la playa arenosa El Jicacal, Veracruz,



- México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 72 p.
- Castro, P. y M. Huber. 1997. Marine biology. Brown Publishers. U.S.A. 450 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 2021. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Biodiversidad Mexicana. Consultado el 20 de marzo de 2023. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_veracruz.
- Contreras, H., E. Jaramillo y P. Quijon. 2000. Natural history of *Emerita analoga* (Stimpson) (Anomura, Hippidae) in a sandy beach of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, **73**: 705-7015.
- Cruz-Motta, J. 2005. Diel and tidal variations of benthic assemblages in sediments associated with boulder fields. *Marine Ecology Progress Series*, **290**: 97-107.
- Da Silva, V. M. P. 2018. Distribución espacial y estructura poblacional de *Emerita rathbunae* (Crustacea: Decapoda) en Playas de Villamil, Provincia del Guayas, Ecuador. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Ecuador. 43 p.
- Diaz, H. 1980. The Mole Crab *Emerita talpoida* (Say): A Case of Changing Life History Pattern. *Ecological Monographs*, **50**: 437-456.
- Dugan, E. J., G. Ichikawa, M. Stephenson, B. D. Crane, J. McCall y K. Regalado. 2005. Monitoring of Coastal Contaminants Using and Crabs. *Central Coast Regional Water Quality Control Board*, 1-38.
- Dugan, J. E., H. David and D. Gary. 1990. Sandy beach and coastal lagoon monitoring handbook.
- Efford, E. I. 1966. Feeding in the Sand Crab. *Emerita analoga* (Stimpson) (Decapoda, Anomura). *Crustaceana*, **10**(2): 167- 182.
- Efford, I. E. 1965. Aggregation in the sand crab *Emerita analoga* (Stimpson). *Journal Animal Ecology*, **34**: 63-75.



- Efford, I. E. 1976. Distribution of the sand crabs in the genus *Emerita* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana*, 30(2): 169- 183.
- Felder, D. L. F. 1973. Genus *Emerita*. En: Abele, L. y Kim, W. (Ed.), *An Illustrated Guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida*, 8(1): The Florida State University. Tallahassee, Florida, 760 p.
- Felder, D. L., F. Álvarez, J. W. Goy y R. Lemaitre, 2009. 59 Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico. With comments on the *Amphionidacea*. En: Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota 1, Biodiversity. Felder D. L. y D. K. Camp (editores):1019-1104.
- Flores, E. y A. Mujica. 2009. Distribución y abundancia de larvas de *Emerita analoga* (Stimpson 1857) (Decapoda, anomura) en la zona de Coquimbo y Caldera, Chile. *Gayana*, 73(2): 211- 221.
- González-Gándara, C. 2011. La zona marina, pp. 293-300. En: La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, UV, INECOL. México.
- Gray, J. S. 1974. Animal sediment relationships. *Oceanology Marine Biology Annual Review*: 12: 223-261.
- Hacking, N. 1996. Tidal movements of sandy beach macrofauna. *WETLANDS*, 15(2): 55-71.
- Haig, J. 1974. A review of the Australian of family Hippidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Memoirs of the Queensland Museum*, 17(1): 175- 89.
- Hernández, C. y F. Álvarez. 2007. Changes in the crustacean community of a tropical rocky intertidal shore: is there a pattern? *Hidrobiológica*, 17:25-34.
- Hernández, C., F. Álvarez y J. L. Villalobos. 2010. Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 141-151.
- Hernández-Aguilera, J. L. 2000. Anomuros de las familias Hippidae y Albuneidae. Pp. 251– 252, En: V. Arenas-Fuentes (ed), Fauna carcinológica de México. Crustáceos estomatópodos y decápodos del Golfo de México. Río Bravo, Tamaulipas a Cabo Catoche, Q.Roo.
- Hernández-Álvarez, M. C. 2009. Estructura de la comunidad carcinológica y reclutamiento en sustrato duro, en Veracruz, México. Tesis doctoral. Posgrado en Ciencias



- Biológicas. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 111 p.
- INEGI. 2002. Anuario estadístico, Veracruz-Llave, Gobierno del Estado de Veracruz. 1060 pp.
- Jones, L. L. 1936. A study of the habitat and habits of *Emerita emerita*. *Proceedings. Louisiana Academy of Sciences*, **3**: 88-91.
- Klapow, L. 1972. Natural and artificial rephasing of a tidal rhythm, *Journal of Comparative Physiology*, **79**: 233-258.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico. *In*: Cronin, L.E. (Ed). Estuarine processes circulation, sediments and transfer of material in the estuary. Vol.2. Academic Press. New York. 182-215 p.
- Latournerié, C. J. R. 2007. Estudios ecofisiológicos sobre el camarón café *Penaeus aztecus* (Ives) de la laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de doctorado. Posgrado de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 130 p.
- Leiper, D. F. 1954. Physical Oceanography of the Gulf of Mexico. *En: Gulf of Mexico: its origins, Waters and Marine Life*. P.S. Galtsoff (ed.), Fish Wildl. Serv. 5, Fish. Bull. 89:1-604 pp. 119-137.
- López, I., Furet, L., y O. Aracena. 2001. Población de *Emerita analoga* (Stimpson 1857) en playas Amarilla y Rinconada, Antofagasta: aspectos abióticos, bióticos y concentración de cobre. *Gayana (Concepción)*, **65**(1): 55-76 p.
- Lercari, B. E. 2000. Efectos de la descarga de agua dulce sobre *Emerita brasiliensis* (Crustacea) en playas arenosas disipativas. Tesis de maestría. Universidad de la República, Montevideo. 54 p.
- LiMPETS. 2015. Did You Know? LiMPETS. Consultado el 5 de mayo de 2021. Disponible en: <https://limpets.org/wp-content/uploads/2015/01/sand-crab-booklet.pdf>
- Luke, F. C. R. 2016. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela profesional de Biología. Macrofauna bentónica del intermareal arenoso de las playas próximas al estuario del río Tambo, Islay –Arequipa (octubre 2014 –junio 2015). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. 63 p.



- MacGinitie, G. E. 1938. Movements and mating habits of the sand crab, *Emerita analoga*. *The American Midland Naturalist Journal*, **19** (2): 471-481.
- Mari M. J. 2018. ANOMURA HIPPIDAE SAND CRAB=EMERITA Y HIPPA. Fauna casera quebradillas. Disponible en: <https://faunacaseraquebradillas.blogspot.com/2018/12/anomura-hippidae-sand-crabemerita-y.html>
- Martín, J. y B. Ormsby. 1991. A large brachyuran- like larva of the Hippidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) from the Banda Sea, Indonesia: the largest known zoea. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **104**: 561-8.
- Méndez, T. D. 2016. Análisis de la promoción turística del municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz. Tesina. Facultad de Ciencias de la Comunicación, Universidad Villa Rica. Estudios incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México. Boca del Río, Veracruz. 130 p.
- Mondragón, M. L. 1993. Estado actual de la apicultura en Actopan, Veracruz a los cuatro años de detectarse la abeja africana en la zona de estudio. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 72 p.
- Moreno-Casasola, P. y R. Monroy. 2006. Introducción. En: Moreno-Casasola, P. (Ed.) Entornos veracruzanos: La costa de La Mancha. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, 17-22 p.
- Mujica, A., Nava, M. L. y E. Flores. 2015. Descripción del estado de megalopa de *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) (Decapoda, Anomura, Hippidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, **43**(1): 262- 266.
- Novelo, R. A. 1983. Estación de Investigación "Morro de la Mancha". INIREB Informa, 23. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz. 15 p.
- Núñez, J. O. Aracena y M.T. López. 1974. *Emerita analoga* en Llico, provincia de Curicó. (Crustacea, Decapoda, Hippidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, **48**: 11-22.
- Ortiz, M. 2015. Una nueva especie de cangrejo topo ciego del género *Zygopa* Holthius, 1961 (Crustacea, Decapoda, Anomura) de Cuba. *Novitates Caribaea*, **8**: 82-94.



- Ortíz, M., M. J. Tello y M. A. Morales. 2018. Especie nueva de cangrejo de arena del género *Lepidopa* en Veracruz, México y una clave ilustrada de las especies citadas para el golfo de México y el mar Caribe. *Novitates Caribaea*, **12**: 49-62.
- Osorio, C., N. Bahamonde y M. T. López. 1971. El Limanche (*Emerita analoga*, Stimpson) en Chile. Museo Nacional de Historia Natural y Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile, Santiago. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*. Tomo XXIX, **58**: 1-52.
- Pérez, R. M. 2012. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica y su relación con la perturbación ambiental en la zona intermareal de Playa Villa del Mar, Veracruz, Golfo de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Marinas y Pesqueras. Universidad Veracruzana, Boca del Río, Veracruz, México. 75 p.
- Reséndez, M. A. 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie de Ciencias del Mar, **1**:19-146.
- Rocha R., A., Chávez L., R., Antillón Z., I., y Fuentes M., F. A. 2016. Variación nictemeral de los ensamblajes de macrocrustáceos en una playa arenosa del centro-norte de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **87**(1):9. Disponible en: <https://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/263>.
- Rudolf, R. N., C. Haug y T. J. Haug 2016. Functional morphology of giant mole crab larvae: a possible case of defensive enrollment. *Zoological Letters*, **2**:17. Doi: 10.1186/540851-016-0052-5.
- Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González. 1990. Ecología costera en la región de La Mancha, Veracruz. Universidad Veracruzana, 20 p.
- Sánchez, G. y V. Alamo. 1974. Algunos aspectos de la biología del Muy Muy (*Emerita analoga*). Serie de Informes Especiales N° IM 167. IMARPE, Callao, Perú: 32 p.
- Sánchez-Rivas, G. 1988. Algunos aspectos bio-ecológicos del “Muy Muy” *Emerita análoga* (Stimpson, 1857) (Decapoda: Anomura) en playas al sur de Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis para optar por el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Lima, Perú. 103 p.
- Scelzo, M. A. 2004. Crustáceos Anomura. Capítulo 24 del libro “La vida Entre Mareas: vegetales y animales de las costas del Mar de Plata, Argentina. 213- 218 p.



- Snodgrass, R. E. 1952. The sand crab *Emerita talpoida* (Say) and some of its relatives. *Smithsonian misc. Coll.*, **117**(8): 1- 34.
- Soto, E. M. y L. Giddings-Berger. 2011. Clima, pp. 35-52. *En: La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado.* CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, UV, INECOL, México.
- Stillman, J. H. y F. H. Barnwell. 2004. Relationship of daily and circatidal activity rhythms of the fiddler crab, *Uca princeps*, to the harmonic structure of semidiurnal and mixed tides. *Marine Biology*, **144**: 473-482.
- Valdéz, V. O. Y. 2002. Estudio taxonómico de cangrejos ermitaños de las superfamilias Coenobitoidea y Paguroidea (Crustacea: Decapoda: Anomura) de aguas someras del litoral de Quintana Roo. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, México, D. F. 107 p.
- Williams, A. B., 1984. Shrimps, lobster and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States Maine to Florida. *Smithsonian Institution*, **1**:53-54.



GLOSARIO

Anomuro: Infraorden de crustáceos decápodos que se caracterizan por presentar el primer par de apéndices quelado, el segundo ocasionalmente quelado y el cuarto y quinto quelados o subquelados, de estos, uno o ambos frecuentemente reducidos. El telson o extremo del abdomen lleva los urópodos o último par de apéndices abdominales, ambos formando el abanico caudal.

Antenas: Apéndices presentes en los segmentos frontales de los artrópodos mandibulados y cumplen una función sensorial importante en algunos grupos.

Anténulas: Apéndices sensoriales que se encuentra en la parte frontal del animal. En el caso de los crustáceos, las anténulas son el primer par de apéndices, el segundo par, son las antenas.

Aparato genital: Conjunto de órganos que intervienen en la reproducción.

Apéndice quelado: Estructura anatómica que termina en forma de pinza (quela), formada por el propodito y el dactilopodito. Generalmente con un dedo fijo (propodio) y otro móvil (dactilo).

Apéndice subquelado: Estructura anatómica que termina en una estructura prensil presente en algunos apéndices torácicos de los crustáceos superiores, formada por el dactilopodito y el propodito, pero que no tiene la funcionalidad de una quela normal.

Artejo: Cada una de las piezas articuladas que forman las extremidades y otros apéndices segmentados de los animales artrópodos.

Bentónico: Organismos que viven en o sobre la superficie del fondo.

Biflageladas: Con presencia de dos flagelos.

Birrámico: Apéndice provisto de dos ejes. La zona proximal se llama protopodio o simpodio, en la que se articulan dos ramas, el endopodio y el exopodio.



Canal deferente: Tubo en el que los espermatozoides se almacenan y que transporta el esperma fuera de la bolsa escrotal.

Cangrejo topo: Son un pequeño grupo de decápodos anomuros que poseen un cuerpo simétrico, ovalado y aplanado, con el abdomen plegado bajo el tórax. Estas modificaciones morfológicas les han permitido desarrollar hábitos enterradores y colonizar las zonas litorales y sublitorales de los mares. Son organismos filtradores, sus segundas antenas setosas forman una malla que les permite filtrar su alimento.

Carpo: Artejo que forma parte de la región tibial del apéndice ambulatorio. Se posiciona entre el mero y el propodio.

Cefalón: Cabeza. Tagma del cuerpo. Lleva los ojos, las antenas y las piezas bucales (mandíbula, maxílula y maxila).

Cefalotórax: Parte anterior del cuerpo de un decápodo, compuesto por los somitos fusionados de la cabeza y el tórax, cubiertos por el caparazón. Más correctamente cefalopereión.

Cerdas: Cualquiera de los diversos tipos de proyecciones de la cutícula parecidas a pelos y que son de naturaleza quitinosa. Las cerdas tienen diversas funciones, dependiendo de su tipo y localización en el cuerpo, pero en general tienen funciones mecanorreceptoras y quimiorreceptoras.

Cerdoso: Que tiene muchas cerdas.

Comunidades macrofaunales: Grupo de organismos invertebrados que miden más de 2 mm de diámetro.

Cóncavo: Superficie que presenta una curvatura hacia dentro, siendo su parte central la más hundida o deprimida.

Coxa: Primer artejo componente de los apéndices locomotores en los crustáceos.



Crustáceos: Son artrópodos sin quelíceros, con mandíbulas y dos pares de antenas, con el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen, por lo menos con algún segmento abdominal con apéndices (patas y/o branquias) y número total de patas normalmente superior a tres pares, casi todos ellos acuáticos-marinos. Con presencia de una larva llamada nauplio.

Dactilo: Séptimo y último segmento de los pereiópodos o apéndices torácicos de los malacostracos.

Decápodo: Orden de crustáceos que se caracterizan por tener tres pares de maxilípedos, presentan cinco pares de pereiópodos unirrámeos, o ligeramente birrámeos, todos funcionales (de aquí el nombre de decápodo) y uno (o más) pares de pereiópodos anteriores terminados en pinza o quelados).

Distal: Que está más alejado del eje o línea media del organismo.

Diversidad biológica: Es la variedad de la vida. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte las especies y los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

Dorsodistal: Que se encuentra alejado de la región dorsal.

Dorsoposteriormente: Hacia atrás de la región dorsal de un animal.

Ecosistema: Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como depredación, parasitismo, competencia y simbiosis y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes.

Espina rostral de la larva nauplio: Estructura anatómica con forma de espina que presenta la larva nauplio en el centro del cefalón.

Exoesqueleto: Estructura calcárea y quitinosa que recubre el cuerpo de los crustáceos. También llamado tegumento o cutícula.



Exopodito: Rama externa del apéndice birrámeo. Bien manifiesto en los estadios larvales o primeras postlarvas. En el adulto puede desaparecer o quedar muy reducido.

Filamentoso: Que tiene filamentos.

Fleco: Adorno o remate de tejidos formado por una serie de hilos o cordoncillos, sujetos unos junto a otros por un extremo y sueltos por el otro.

Foliáceo: Que tiene una estructura en forma de hoja, compuesta por láminas superpuestas y paralelas.

Franja intermareal: Es el único lugar que se encuentra sometido al ritmo diario de las mareas. Esta zona queda completamente sin agua en mareas bajas (zona supralitoral) y totalmente sumergida en periodo de mareas altas (zona infralitoral). Dentro de la franja litoral, encontramos costas rocosas y costas arenosas.

Franja intertropical: Zona geográfica imaginaria alrededor del planeta delimitada por el trópico de Cáncer al norte y por el trópico de Capricornio al sur. Su centro es la línea ecuatorial; por ello incluye toda el área tropical.

Gonopodos: Apéndices especializados encargados de la transferencia de esperma de los machos a las hembras.

Hábitat: Conjunto de factores físicos y geográficos que inciden en el desarrollo de un individuo, una población, una especie o grupo de especies determinados.

Indicadores biológicos: Organismos o sistemas que son especialmente sensibles a la calidad de distintos factores ambientales y a los cambios de estos.

Infaua: Conjunto de organismos que viven entre las partículas del sedimento en el medio acuático. Excavan y se desplazan en el interior del sustrato (lodo, arena) o construyen túneles, tubos o madrigueras.

Infraorden: Subcategoría taxonómica de clasificación de los seres vivos que tiene un rango inferior al del suborden.



Intermareal: Área comprendida entre las mareas alta y baja, en donde los organismos bentónicos son cubiertos por el mar y expuestos al aire periódicamente, de acuerdo al régimen de mareas.

Invertebrados: Animales que carecen de cuerda dorsal, columna vertebral y esqueleto interno. Es decir, no tienen huesos. Generalmente, son de tamaño pequeño y tienen algún tipo de estructura protectora o exoesqueleto, como caparazones.

Juveniles: Individuos son características similares a las de un adulto, pero con un tamaño menor y con órganos sexuales inmaduros o ausentes.

Laguna cuspada: Barrera arenosa de orientación triangular, con ejes orientados hacia afuera de la playa con relación a la difracción del oleaje.

Lanceolado distalmente: Con forma de punta de lanza en la parte más alejada.

Larva nauplio: Primera larva característica de los crustáceos. Presenta tres pares de apéndices cefálicos: anténulas, antenas y mandíbulas, un solo ojo en el centro denominado “ojo nauplio” y poca o sin segmentación.

Limpiador branquial: Estructura formada por el epipodio festoneado de los maxilípedos, que a modo de cepillo barre las branquias eliminando partículas ajenas.

Lóbulo: Parte redondeada y saliente apreciable por separado en ciertos órganos.

Malacostraca: Clase perteneciente al suphylum Crustacea. Dentro de este grupo se ubica el mayor número de crustáceos conocidos, dentro de los cuales se encuentran los cangrejos, camarones, langostas y cochinillas.

Mandíbulas: Corresponden al tercer par de apéndices cefálicos, adaptadas para moler o triturar.

Marea: Ascensos y descensos periódicos del nivel del mar ocasionados por la acción gravitatoria de la luna y del sol sobre los océanos de la Tierra.



Margen anterolateral: Margen del caparazón que se encuentra en la parte anterior y en posición lateral.

Maxilas: Apéndice del quinto somito cefálico, que coadyuva en la alimentación. Segunda maxila.

Maxílpedo: Apéndice torácico que, por fusión de segmentos en los crustáceos más evolucionados, se sitúa sobre los apéndices bucales.

Maxilulas: Apéndice del cuarto somito cefálico, que coadyuva en la alimentación. Primera maxila.

Megalopa: Fase de transición en los crustáceos entre la zoea planctónica y la fase juvenil y adulta, típicamente bentónica. Se caracterizan por tener ojos pedunculados.

Muesca: Hueco estrecho y alargado que se hace en una cosa para introducir o encajar otra.

Nefridio: Órgano excretor presente en algunos invertebrados que realiza funciones similares a las del riñón.

Operculiforme: Que tiene forma de un opérculo (“tapón”).

Órgano excretor: Conjunto de conductos encargados de desechar los residuos nitrogenados.

Órganos excretores nefridiales: Órganos análogos al riñón que realizan funciones parecidas a este.

Oviducto: Par de conductos musculares que sirven de unión entre los ovarios y los cuernos uterinos.

Pedúnculo ocular: Protuberancia que separa el ojo del cuerpo, es una estructura cilíndrica que porta al final de la misma el globo ocular.

Pelágico: Organismos que habitan en la zona pelágica, es decir donde termina la plataforma continental y comienza el talud continental hacia el interior.



Pereión: Tórax. Tagma del cuerpo de los crustáceos superiores ubicado entre el céfalon (cabeza) y el pleon (abdomen). El céfalon y el pereion se fusionan para formar el cefalopereion.

Pereiópodo: Apéndice torácico de los decápodos que se utiliza principalmente para la locomoción, entre otras funciones.

Perturbación: Cambio abrupto en el estado de un ecosistema (esto es, en su composición, estructura, biomasa, cobertura, etc.), algo que es parte de su dinámica y que no tiene necesariamente una connotación negativa.

Phylum Arthropoda: Los artrópodos son organismos invertebrados, con presencia de un exoesqueleto, protóstomos con simetría bilateral, segmentados metaméricamente y con apéndices unirramios multisegmentados. Un par de apéndices tiene como función primaria la alimentación y de acuerdo con el origen y forma de tales apéndices, el phylum es dividido en 2: el subphylum Mandibulata, para aquellos que poseen mandíbulas (insectos, crustáceos y miriápodos) y el subphylum Chelicerata, aquellos que poseen quelíceros para alimentarse (arácnidos, picnogónidos y cacerolitas de mar o xifosúros), y los extintos euriptéridos.

Plasticidad fenotípica: Propiedad de un genotipo de producir diferentes fenotipos en respuesta a diferentes condiciones ambientales.

Plasticidad: Capacidad de las células o de los organismos para modificar sus propiedades y comportamiento en respuesta a los cambios producidos en el medio. Intercambia a menudo su significado con el de elasticidad e incluso polimorfismo, maleabilidad o reversibilidad.

Pleon: Denominación correcta del abdomen en los crustáceos decápodos.

Pleópodo: Par de apéndices de los primeros cinco somitas abdominales, encargados del transporte de los huevos en las hembras y de los espermatóforos en los machos durante la cópula, entre otras funciones, como facilitar el nado en camarones y en algunos grupos portar branquias.

Poró genital: Abertura del aparato reproductor.



Propodio: Sexto artejo de un apéndice.

Quitina: Biopolímero muy abundante en la naturaleza. La quitina es el componente principal de los exoesqueletos de crustáceos e insectos.

Redes tróficas: Proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.

Rostro: Prolongación del caparazón o cefalotórax de algunos crustáceos. Es una estructura que funciona para diferenciar entre especies.

Serración: Hilera de dientes semejantes a los de una sierra.

Setas: Elementos de la cutícula originados por secreción de las células epidérmicas. También denominadas sedas o cerdas.

Sinuosidad: Concavidad o hueco.

Somitas: Estructuras segmentadas.

Subaserrado: Que presenta menor serración.

Subcilíndrico: Que se ensancha progresivamente.

Submareal: Región marina que se extiende desde el nivel promedio de bajamar hasta los 200 m de profundidad o hasta el extremo de la plataforma continental. En algunas ocasiones se considera hasta la profundidad a la cual los organismos fotosintéticos pueden estar presentes.

Subquela: Estructura prensil presente en algunos apéndices torácicos de los crustáceos superiores, formada por el dactilopodito y el propodito, pero que no tiene la funcionalidad de una quela normal.

Tagma: Corresponde a las divisiones mayores del cuerpo de un crustáceo: céfalon, pereion y pleon.

Tamizar: Pasar una cosa por el tamiz para separar las partes finas de las gruesas.



Telson: Última pieza o segmento del exoesqueleto de los crustáceos, se posiciona en el último segmento del abdomen. El telson y los urópodos forman la parte caudal del animal.

Topografía: Técnica que consiste en describir y representar en un plano, la superficie o el relieve de un terreno

Trífido: Que está dividido en tres partes.

Trópico de cáncer: Línea imaginaria que circunvala la tierra a lo largo del paralelo de latitud 23° 26' 14" al norte del Ecuador.

Turbidez: Medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Unirrámico: Apéndice que presenta una sola rama.

Urópodos: Apéndices laterales aplanados, del último segmento abdominal de ciertos crustáceos como cangrejos, camarones y langostas. Los Urópodos con el telson forman la parte caudal del animal.

Variación ambiental: Diferencias en las características físicas de animales y plantas que se manifiestan por factores ambientales y no por el código genético.

Zoea: Primer estadio larval de los infraórdenes: Caridea, Anomura y Brachyura. Se caracteriza por tener exopoditos en los apéndices torácicos que le sirven para nadar. Sus características morfológicas como cefalotórax, espina rostral, ojos compuestos, pereiópodos, abdomen, pleópodos no desarrollados, telson y en algunas ocasiones urópodos, permiten tener una identificación acertada a nivel de familia.

Zona pelágica: Columna de agua que está sobre el fondo marino.

