



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Estructura poblacional de *Excirolana braziliensis*
(Crustacea, Isopoda) en playas de Los Tuxtlas,
Veracruz, México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A :

JESÚS DANIEL HERAS HERNÁNDEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Fernando Álvarez Noguera
Cd. Mx. 2024**



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

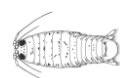
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

**“Veracruz, vibra en mi ser... Algún día hasta
tus playas lejanas tendré que volver”**

Agustín Lara, 1936

*Estructura poblacional de *Excirolana braziliensis* (Crustacea, Isopoda) en playas de Los Tuxtlas, Veracruz, México*



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al Colegio de Ciencias y Humanidades Oriente y a la Facultad de Ciencias por ser las casas que me aportaron conocimientos, herramientas, apoyos, experiencias y aprendizajes. Por brindarme una excelente preparación académica y profesional y por todas las personas que allí conocí, las cuales ahora son piezas clave en mi vida.

Al Instituto de Biología, la Colección Nacional de Crustáceos y la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas” por acogerme en sus instalaciones y por proporcionarme las herramientas tecnológicas para llevar a cabo la metodología del proyecto.

Al Taller de *Invertebrados marinos de la zona costera y arrecifal del Golfo de México*, por compartirme los conocimientos teóricos y prácticos para la realización de mi tesis.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera por abrirme las puertas de la CNCR y por aceptarme en el taller a pesar de las complicaciones administrativas que tenía en un principio. Por compartir sus vastos conocimientos tanto en temas académicos como de vida. Por su guía, consejos, ideas, empeño y apoyo en las salidas a campo y por las buenas experiencias vividas en Los Tuxtlas.

A la M. en C. Gema Armendáriz Ortega por tanta dedicación puesta en el proyecto. Por su constante guía y presión en los avances de tesis ya que sin ese empuje no hubiera sido posible estructurar y avanzar la tesis de manera tan eficiente. Por su paciencia y tiempo invertido en cada revisión y por llevarme de la mano en mi primer escrito científico, así como por los consejos y propuestas que me regaló a lo largo de la realización del proyecto.

Al M. en C. José Luis Bortolini Rosales por la tutoría, consejos y apoyo técnico en la medición de los ejemplares en su laboratorio. Por el tiempo que dedicó a la construcción y revisión de esta tesis y por haber aceptado la propuesta de sinodal.

Al M. en C. Omar Lagunas Calvo y al Dr. Sergio Cházaro Olvera por haber aceptado la invitación a ser mis sinodales y por haber dedicado tiempo y esfuerzo en la revisión de la tesis. Asimismo, por sus observaciones y propuestas para enriquecer el contenido de la investigación. Gracias Omar por permitirme ser de tus primeros tesis de licenciatura.

*Estructura poblacional de **Excirolana braziliensis** (Crustacea, Isopoda) en playas de Los Tuxtlas, Veracruz, México*



Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart por sus consejos y enseñanzas en el uso de los microscopios y el vernier. Por recomendarme artículos que aportaron a mi tesis, por compartirme sus conocimientos en peracáridos y por los tips, experiencias y apoyo físico en las salidas a campo. Le agradezco infinitamente el haberme ayudado a coleccionar los isópodos en la barra 2 de abril y el haber sido tan amable, colaborativo y amistoso en las salidas a campo y en la colección.

A la bióloga Susana Guzmán Gómez del Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad (II) del Instituto de Biología por compartirme su conocimiento sobre las técnicas de manejo del microscopio de capas y por asesorarme al momento de tomar las fotografías del presente estudio.

Al biólogo Jasiel González Bedolla por ser prácticamente mi sensei y guía en la CNCR. Por enseñarme a utilizar las herramientas para diseccionar y tomar fotografías, por compartirme sus conocimientos sobre isópodos, por darme ideas nuevas para la tesis y por acompañarme en mi estancia en la colección haciéndola mucho más amena.

A mis compañeros de la colección, Erick, Kevin y Joss, por el inmenso apoyo en cuestiones tanto técnicas, como de apoyo moral y toma de decisiones. Gracias por sembrar tan grata convivencia en mi estancia por el IB.



A mis padres, Socorro y Humberto, por su apoyo incondicional durante prácticamente toda mi vida. Por brindarme todo lo necesario para que pudiese terminar mis estudios académicos. Gracias por confiar en mí desde junio de 1999 y por haber puesto todo su esfuerzo en que llegara hasta donde lo he logrado. Este logro es también el suyo, los amo.

A mi hermanito Oscar por siempre estar ahí conmigo en las buenas y en las malas. Gracias por ser confidente y por volver más divertida mi estancia por esta vida, sin tu compañía mi infancia hubiese sido aburrida. Te quiero mucho hermano.

A mi abuelita Andrea por tanto cariño y amor, por siempre acompañarme en los momentos difíciles, por cobijarme desde que era un bebé, por tus platillos que marcaron los sabores de mi infancia y por tus consejos tan sabios sobre los temas de la vida. A mi abuelo Aurelio por siempre haber apostado por mí, por enseñarme a caminar, por todas las veces que me fuiste a recoger a la escuela y me ibas a cuidar cuando mis papás no podían. Te extraño mucho.

A mi abuela Edith y mi abuelo Beto por el cuidado que me brindaron desde niño y por tan gratas experiencias en las navidades en San Joaquín y los años nuevos en Yautepec. De no ser por ustedes, no tendría tanta conexión con aquella tierra que tanta felicidad me ha dado. A mi tía Meche por darme posada en su casa cuando la lluvia y el tráfico no me permitía llegar a mi casa.

A mi Pollito bonito (Bren) por ser mi compañera de aventuras, por estar ahí incondicionalmente en las buenas, pero también en las peores. Por confiar en mí en todo momento y por su apoyo literalmente en todo lo que he hecho. Por haber construido con ella tantos recuerdos hermosos en nuestros viajes al servicio social. Por crecer juntos haciendo proyectos que nos apasionan, por las tardeadas tomando café en Viaducto, por las comidas en Copilco después de un largo día de trabajo, por las desveladas redactando, midiendo y editando la tesis, por los paseos primaverales en Cuernavaca, por las noches jugando juegos de mesa y videojuegos, por crear Mellita y caminar juntos en la divulgación de la ciencia. Por eso y mucho más, gracias. Te adoro con todo mi ser.

A todos mis hermanos y familiares que me han echado la mano y bonitos recuerdos: Beto, Horacio, Yare, Itzi, Anette, tía Elda, Danya, tío Alejandro, Alex, tía Pilla, Susy, tía Luchi, José, Moy, tío Aurelio, Pau y Jorge, Ale, Diana, tía Sonia, tío Quico, tío Chuy, tía Bertha y todos los que me falten porque si no la tesis se va en puros agradecimientos.

Estructura poblacional de *Excirrolana braziliensis* (Crustacea, Isopoda) en playas de Los Tuxtlas, Veracruz, México



A mis amigos de toda la vida, Nando y Vale que han estado luchando a mi lado desde el lejano 2005. Por tantas aventuras desde la primaria hasta el CCH, por estar ahí en los momentos más difíciles de mi vida. No tengo palabras para agradecerles ser prácticamente mis hermanos, los quiero.

A toda mi banda del CCH; Carlitos, Serch, Daniel y Ale por regalarme la etapa más divertida y hermosa de mi vida y por demostrarme que, aunque no nos veamos muy seguido, siempre estaremos ahí para el otro. Nunca voy a olvidar las experiencias en CCHito. Ustedes son la definición de amistad. A mi amiga Saori, gracias por los ánimos para no tirar la toalla y a mis amigas de la carrera por las vivencias en Ciencias (Diana, Mitzi y Diana).

A Angelito, gracias por abrirnos las puertas del Museo de Ciencias de Morelos. Sin ti, Mellita y mi camino por la comunicación de la ciencia no hubiese sido el mismo. Siempre recordaré cómo nos recibías con esa sonrisa cuando llegábamos a los eventos de Ciencia Fugaz. Un abrazo hasta arriba, te extraño.



DEDICATORIA

A mi abuelito Güeyo.

A mis padres tan amados.

A mi Yeyo, compañera de aventuras.

A mis abuelos tan queridos.

A mi hermanito.

Gracias por tanto.



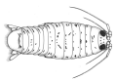
ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Superorden Peracarida.....	3
Marsupio y <i>Lacinia mobilis</i>	4
Orden Isopoda.....	4
Especies de isópodos registradas en Los Tuxtlas, Veracruz	6
Descripción de <i>Exciorolana braziliensis</i>	7
Distribución geográfica	8
HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN	11
ANTECEDENTES	12
OBJETIVOS	16
Objetivo general	16
Objetivos particulares	16
ÁREA DE ESTUDIO	17
Playa de Montepío	17
Playa de El Jicacal	17
Observaciones personales.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Colecta de los datos en campo.....	22
Trabajo de gabinete	24
RESULTADOS	28
Estructura por tallas	31
Análisis estadístico	38
Correlaciones	39
Proporción sexual	42
Registro fotográfico.....	42
DISCUSIÓN	46
Número de individuos.....	47
Estructura por tallas	52
Análisis estadístico y correlaciones	55
Proporción sexual	55
Número de huevos por hembra ovígera.....	56
Registro fotográfico.....	59

Estructura poblacional de Exciorolana braziliensis (Crustacea, Isopoda) en playas de Los Tuxtlas, Veracruz, México



CONCLUSIONES.....	62
LITERATURA CITADA.....	63
GLOSARIO	73



RESUMEN

A pesar de su abundancia y de su imprescindible papel en los ecosistemas, los isópodos han sido poco estudiados. Este hecho se debe a la vasta diversidad de especies, a su tamaño reducido y a la necesidad de examinar partes corporales extremadamente pequeñas para poder identificar especies. Sin embargo, en los últimos años se ha logrado determinar la diversidad de especies en el sur del Golfo de México. Se realizó un estudio poblacional para *Excirolana braziliensis* en dos playas de Los Tuxtlas, Veracruz, que incluye mediciones de la longitud total, ancho total y largo del pleotelson, tanto de mancas (estado post larval) como de juveniles, machos y hembras. Se midió y sexó 519 individuos: 208 mancas, 20 juveniles, 170 hembras y 121 machos. El promedio del largo corporal para las mancas fue de 1.28 mm, para los juveniles fue de 2.77 mm, para las hembras fue de 3.62 mm y para los machos fue de 3.50 mm. En playa Montepío se recolectó un total de 282 organismos, mientras que en playa El Jicacal fueron 311. En Montepío registramos 12 ovígeras y en El Jicacal 11. El número de mancas contenidas en el marsupio de las hembras ovígeras fue de siete a 17. La media del número de mancas por cada hembra ovígera fue de 12 ± 2.5 . Se obtuvo una correlación positiva entre el número de mancas contenidas en el marsupio, respecto del largo ($r=0.722$) o ancho ($r=0.741$) de las ovígeras. También se encontró correlación positiva entre el largo total y el largo del pleotelson ($r=0.5377$). A través de la prueba de Chi cuadrada se encontró que la proporción sexual entre hembras y machos es diferente en la población total ($0.711 : 1$) y en Montepío ($0.32 : 1$), mientras que en El Jicacal se mantuvo igual ($1.18 : 1$). La prueba t de Student arrojó que no hay diferencias significativas entre los tamaños de hembras y machos en la población total ni por localidad ($p > 0.05$). Finalmente se reportó la presencia de los estadios embrionarios de premanca y manca.

Palabras clave: cochinilla, Peracarida, proporción sexual, Montepío, El Jicacal, manca.



ABSTRACT

In spite of their abundance and indispensable role in ecosystems, isopods have been little studied. This fact is due to the enormous species diversity, their small size, and the need to examine extremely small body parts in order to identify species. However, in recent years it has been possible to determine the species diversity in the southern Gulf of Mexico. A population study was made for *Excirolana braziliensis* in two beaches of Los Tuxtlas, Veracruz, which includes measurements of the total length, total width and pleotelson length, for manca (post-larval stage), juvenile, male, and female. It was measured and sexed 519 individuals: 208 manca, 20 juveniles, 170 female y 121 male. The average of body length was 1.28 mm for manca, 2.77 mm for juveniles, 3.62 mm for female and 3.50 mm for male. A total of 282 organisms was collected in Montepío beach and 311 in El Jicacal beach. Twelve ovigerous females were recorded in Montepío and 11 in El Jicacal. The manca contained in the ovigerous female's marsupium were from seven to 17. The mean number of manca for each ovigerous female was 12 ± 2.5 . A positive correlation was found between the number of manca contained in the marsupium regarding ovigerous female length largo ($r= 0.722$) or width ($r= 0.741$). Additionally, a positive correlation was found between total length and pleotelson length ($r= 0.5377$). Through Chi square test, it was found that sexual proportion between males and females were different in the total population ($0.711 : 1$) and in Montepio ($0.32 : 1$), whereas in El Jicacal it remained the same ($1.18 : 1$). Student's t-test showed no significant difference between the size of male and female in the total population or by locality ($p > 0.05$). Finally, the presence of the embryo stages premanca and manca was reported in this work.

Keywords: pillbug, Peracarida, sexual proportion, Montepío, El Jicacal, manca.



INTRODUCCIÓN

El isópodo costero *Excirrolana braziliensis* es una especie que se presume que tiene una amplia distribución anfiamericana (~16° N-41° S en el Pacífico y ~19° N-35° S en el Atlántico), que se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, desde el Golfo de California hasta el sur de Chile y a lo largo de la costa atlántica, desde el Golfo de México hasta Uruguay, incluyendo el Mar Caribe (Tomado de Glynn *et al.*, 2009; Varela y Haye, 2012). Dicha distribución aunado a la facilidad de recolectar a esta especie en la arena y a sus abundancias han favorecido que *E. braziliensis* sea sumamente estudiada desde el punto de vista ecológico.

Superorden Peracarida

El superorden Peracarida compone el segundo grupo más grande de los crustáceos malacostracos con base en la riqueza de especies, solamente por detrás de los decápodos. Estos, se clasifican en nueve órdenes, de los cuales Isopoda, Amphipoda, Tanaidacea y Cumacea, son los más abundantes y diversos en el bentos marino. La distribución de estos invertebrados en el océano es amplia, ya sea de manera horizontal como batimétrica (Winfield-Aguilar *et al.*, 2013).

Los crustáceos peracáridos habitan en variados ecosistemas marinos y muestran poblaciones sumamente abundantes. Además, son organismos relativamente pequeños registrando tallas que van desde un milímetro hasta 20 milímetros de longitud. Sin embargo, se han localizado excepciones a este intervalo en la zona batial, donde se tiene registro de especies que pueden alcanzar o superar los 20 centímetros de largo (Thiel e Hinojosa, 2020); por ejemplo, el género *Bathynomus*, en donde se reconocen 19 especies existentes, habitan en las profundidades marinas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico y alcanzan tallas que superan los 30 cm de longitud (Lowry y Dempsey, 2006).

A pesar de su imprescindible rol ecosistémico y de sus abundancias tan elevadas, los crustáceos peracáridos son prácticamente desconocidos para el público general e incluso para profesionistas de áreas afines a la biología. Este desconocimiento probablemente se deba a que la enorme diversidad de especies dificulta el estudio de estos y ser asimilable para todo aquel interesado. Aunado a ello, su reducido tamaño, el tener que identificar órganos o estructuras extremadamente pequeñas (antenas, anténulas, pereiópodos o pleópodos) y la necesidad de



comparar dichas estructuras por medio de microscopios, complican la identificación de las especies (Tomado de Thiel e Hinojosa, 2020).

La diversidad morfológica de los peracáridos es enorme, sin embargo, todas las especies mantienen el plan corporal propio de los crustáceos incluyendo un cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es denominada cefalón, el tórax como pereión y al abdomen se le subdivide en pleón y telson. Además, las somitas del abdomen suelen estar modificadas y divididas en pleonitos y urosomitos que, dependiendo del taxón, pueden estar fusionados (Tomado de Thiel e Hinojosa, 2020).

Marsupio y *Lacinia mobilis*

Uno de los caracteres distintivos de los peracáridos es la presencia de un marsupio en las hembras. Esta estructura con forma de bolsa está localizada en la zona ventral y está conformada por oosteguitos (extensiones laminares submembranas que diferencian las coxas de algunos apéndices del pereión) (Barrientos; 2004; Thiel e Hinojosa, 2020). El marsupio es el espacio para la incubación de los embriones desde la ovoposición hasta las fases juveniles tempranas (también llamadas mancas) y puede presentar tamaños y formas variadas (Tomado de Thiel e Hinojosa, 2020).

Otras características del superorden Peracarida se relacionan con los apéndices bucales. Por ejemplo, la presencia de *lacinia mobilis* (“apéndice articulado y móvil de la mandíbula, insertado entre el proceso molar e incisivo típico de los peracáridos”) (Brusca y Brusca, 2005). Esta estructura fue reconocida por primera vez por Boas en 1883 en varios taxones de peracáridos y luego introducida como uno de los caracteres diagnósticos de Peracarida por Calman (1909).

Se puede identificar por la asimetría en las mandíbulas izquierda y derecha; por ejemplo, como una estructura fuerte en forma de diente en la mandíbula izquierda orientada en ángulo recto con el borde restante y como una estructura con forma de espina y tallo en la mandíbula derecha (Richter *et al.*, 2002).

Orden Isopoda

Actualmente existen más de 10,000 especies dentro del orden Isopoda. Hay especies de agua dulce y terrestres, pero son predominantemente marinas (Thiel e Hinojosa, 2020).



Los isópodos presentan cuerpo deprimido dividido en cefalón, pereión, pleón y telson (Fig. 1). El primer segmento y en ocasiones el segundo de los ocho que componen el pereión está fusionado al cefalón y presenta pereiópodos (Fig. 1b), además de contener los orificios genitales en el esternito cinco en la hembra y los órganos sexuales masculinos en el esternito siete. El pleón o abdomen está compuesto por seis segmentos denominados pleonitos. El último de éstos está unido al telson formando el pleotelson. Ocasionalmente, los restantes segmentos están fusionados entre sí o con el pleotelson, sirviéndonos como caracteres diagnósticos (Tomado de Melic, 2015).

El cefalón presenta generalmente ojos compuestos sésiles, a veces sobre protuberancias o están reducidos o ausentes. Los apéndices del cefalón están conformados por un par de anténulas, antenas, mandíbulas, maxílulas y maxilas, a las que se une el primer par de maxilípedos (Fig. 1b). Las mandíbulas pueden estar modificadas, reducidas e incluso estar ausentes en función del tipo de vida de la especie (Tomado de Melic, 2015).

Los siete pares de apéndices locomotores restantes (pereiópodos) (Fig. 1b) son unirrámeos, con los coxopoditos fusionados a los terguitos. En las hembras ovígeras aparecen los oostegitos que forman el marsupio. En el pleón, específicamente en cada pleonito, están presentes los pleópodos birrámeos y lamelares que funcionan como aparatos respiradores gracias a las láminas branquiales que poseen (Tomado de García, 2015).

Algunos pleópodos muestran en ocasiones, modificaciones de carácter sexual en los machos (convertidos en receptores del propio esperma para ser transferido a la hembra). Al último par de pleópodos se les denomina como urópodos y tienen distintas formas de gran valor taxonómico. Pueden ser filiformes, laminares o en forma de valva protectora (Tomado de Melic, 2015).



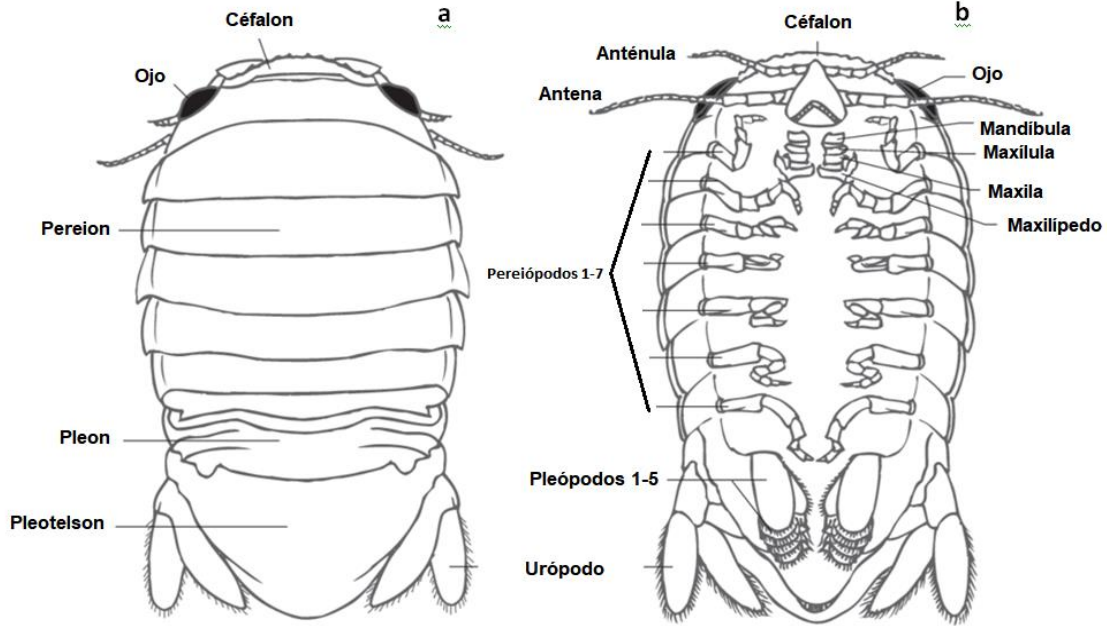


Figura 1. Morfología externa de un isópodo. A, región dorsal; B, región ventral. (Tomado y modificado de Castelló-Escandell, 2004).

Especies de isópodos registradas en Los Tuxtlas, Veracruz

Acorde a lo realizado por González-Bedolla (2019), se han reconocido taxonómicamente cuatro subórdenes, seis familias, 11 géneros y 16 especies de isópodos en las playas de Montepío, Balzapote y el Arrecife La Perla del Golfo en la región de Los Tuxtlas, Veracruz. La Tabla 1, muestra esta diversidad y se presenta de acuerdo con las clasificaciones de Kensley y Schotte (1989) y Ah Yong *et al.* (2011).

Tabla 1. Listado de especies de isópodos registradas en el Arrecife La Perla del Golfo y las playas de Montepío y Balzapote en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

- Subphylum Crustacea Brünnich, 1772
- Clase Malacostraca Latreille, 1802
- Subclase Eumalacostraca Grobben, 1802
- Superorden Peracarida Calman, 1904
- Orden Isopoda Latreille, 1817
- Suborden Asellota Latreille, 1803
- Familia Janiridae Sars, 1899
- Género *Carpías* Richardson, 1902
- Especie *Carpías* sp.**
- Familia Joeropsidae Nordenstam, 1933
- Género *Joeropsis* Koehler, 1885
- Especie *Joeropsis rathbunae* Richardson, 1902**
- Suborden Cymothoida Wägele, 1984



Familia Cirolanidae Dana, 1853
 Género ***Cirolana*** Leach, 1818
 Especie ***Cirolana parva*** Hansen, 1890
 Género ***Colopisthus*** Richardson, 1902
 Especie ***Colopisthus cavalier*** Moore y Brusca, 2003
 Especie ***Colopisthus parvus*** Richardson, 1902
 Género ***Euridyce*** Leach, 1815
 Especie ***Eurydice personata*** Kensley, 1987
 Género ***Excirolana*** Richardson, 1912
 Especie ***Excirolana braziliensis*** Richardson, 1912
 Familia orallanidae Hansen, 1890
 Género ***Excorallana*** Stebbing, 1904
 Especie ***Excorallana quatricornis*** Hansen, 1890
 Especie ***Excorallana sexticornis*** Richardson, 1901
 Especie ***Excorallana aff. tricornis***
 Suborden Sphaeromatidea Wägele, 1989
 Familia Sphaeromatidae H. Milne Edwards, 1840
 Género ***Dynamenella*** Hansen, 1905
 Especie ***Dynamenella sp.***
 Género ***Paracerceis*** Hansen, 1905
 Especie ***Paracerceis caudata*** Say, 1818
 Género ***Paradella*** Harrison y Holdich, 1982
 Especie ***Dynamenella acutitelson*** Menzies y Glynn, 1968
 Especie ***Paradella quadripunctata*** Menzies y Glynn, 1968
 Género ***Exosphaeroma*** Stebbing, 1900
 Especie ***Exosphaeroma diminuta*** Menzies y Frankenberg, 1966
 Suborden Oniscida Latreille, 1802
 Familia Ligiidae Leach, 1814
 Género ***Ligia*** Fabricius, 1798
 Especie ***Ligia baudiniana*** H. Milne Edwards, 1840

Descripción de ***Excirolana braziliensis***

“El cuerpo muestra una coloración que tiende al blanco, dorsalmente presenta una serie de reticulaciones irregulares (cromatóforos dendríticos) color negro; dichos cromatóforos ocupan el área interocular del cefalón, en el pereión forman una banda en la porción media y en el pleón se disponen en dos bandas laterales anchas. El cefalón se encuentra encajado en el primer pereionito, es ovoide y pequeño aunado a que la frente se encuentra proyectada con terminación en punta. Los ojos están ubicados lateralmente y son compuestos y grandes. La anténula posee un artejo en el pedúnculo y seis segmentos en el flagelo. La antena está compuesta de cinco artejos en el pedúnculo y 11 segmentos en el flagelo. La lámina frontal es visible y está ensanchada dorsalmente, sobresale anteriormente de entre la base de las antenas y ventralmente es esbelta. El clípeo es triangular con extensiones laterales esbeltas y abarca todo el margen del labrum, este último es semicircular y muestra el borde posterior suavemente bilobulado. El pereión consta de siete somitas bien

7

Estructura poblacional de Excirolana braziliensis (Crustacea, Isopoda) en playas de Los Tuxtlas, Veracruz, México



diferenciadas; el pereionito uno es más grande que el resto, los pereionitos del 2 al 7 son muy similares en forma y tamaño, las placas coxales no son visibles dorsalmente, las placas coxales de la 1 a la 3 son cuadrangulares, las placas coxales de la 4 a la 7 son subcuadrangulares alargándose posteriormente. El pleón consta de cinco somitas; el pleonito uno no es visible y se encuentra por debajo del séptimo pereionito, los pleonitos de 2 al 5 son visibles en vista dorsal, todos los pleonitos presentan un arreglo de estrías longitudinales que coinciden con líneas negras con la misma orientación. El pleotelson es semicircular y grande, la superficie dorsal presenta dos cavidades laterales conectadas entre sí por un borde, el margen posterior es ligeramente aserrado y con cerdas, los urópodos son lamelares, el exópodo es dos veces más grande que el endópodo y el endópodo tiene forma subcuadrangular” (González-Bedolla, 2019).

Distribución geográfica

Excirolana braziliensis es una especie de isópodo de arena que se ha reportado únicamente para el continente americano y se distribuye tanto en el Océano Pacífico como en el Océano Atlántico. Su amplia distribución incluye nueve países en total: Brasil, Chile, Costa Rica, México, Panamá, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela (Fig. 2).

Registros en América

Pacífico oriental: Playa Barranca en Perú. Valparaíso, Caleta Errazuris y Guanaqueros en Chile (Carvacho, 1977, Carvacho y Haasmann, 1984; Zúñiga *et al.*, 1985). Bocas del Toro, Playa Shimmey, María Chiquita, Isla Santelmo, Isla Adentro, Causeway, Lab 8, Perico e Isla Culebra en Panamá, (Sponer y Lessios, 2009). Costa Rica (Dexter, 1974).

Atlántico occidental: Venezuela (Delgado *et al.*, 1998). Tobago (Kensley y Schotte, 1994). Cabo San Roque en Brasil (Espinosa-Pérez, 1999, Schotte *et al.*, 2009). Barra del Chuy, Archiras, Punta Diablo, Santa Isabel, Arachania, José Ignacio, Santa Mónica y Punta Negra en Uruguay (Losada-Tourinho *et al.*, 2016).

Registros en México

Océano Pacífico: San José y Ensenada, Baja California. Mazatlán, Sinaloa (Espinosa-Pérez, 1999). Puerto Peñasco, Sonora y Topolobampo, Sinaloa (Dexter, 1976). Bahía de Kino, Sonora (Carvacho y



Haasmann, 1984). Bahía de Santiago, Bahía Tenecatitla, Jalisco (Espinosa-Pérez, 1999). Salina Cruz, Oaxaca (Dexter, 1976).

Atlántico occidental: Laguna del 62 en Alvarado, Veracruz (Saynes-Bedolla, 2007). Playa Montepío, Los Tuxtlas, Veracruz (González-Bedolla, 2019). Playa El Jicacal, Los Tuxtlas, Veracruz (Presente trabajo). Champotón, Campeche (Carvacho y Haasmann, 1984).

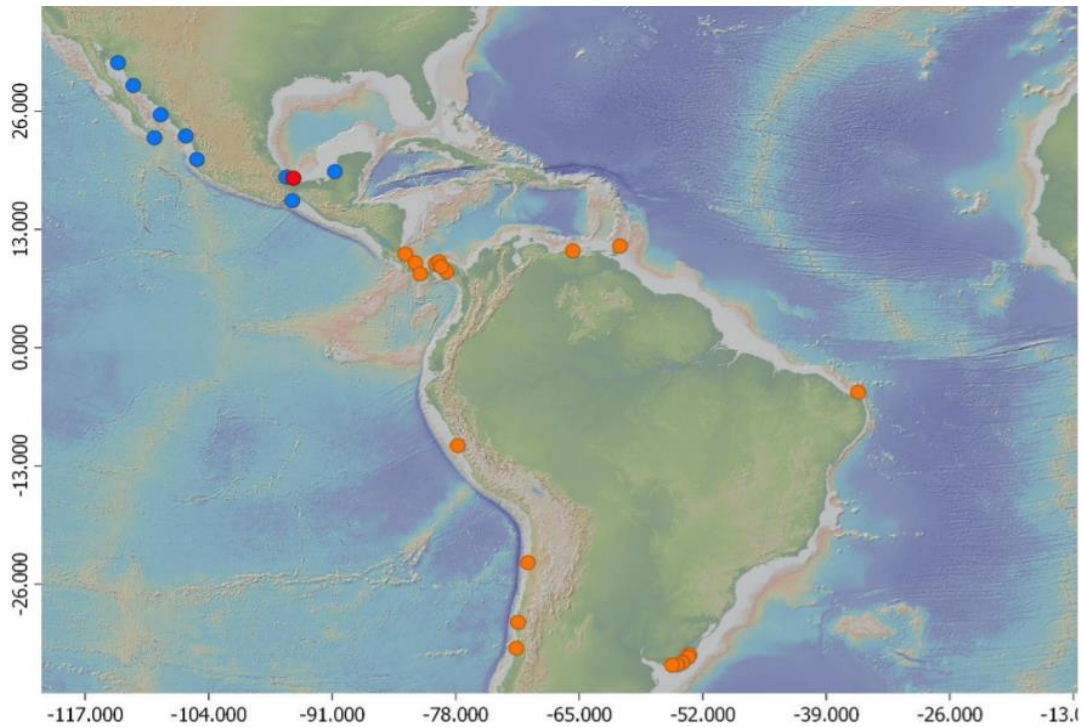


Figura 2. Distribución de *Excirolana braziliensis*. Registros en América (puntos naranjas); registros en México (puntos azules); localidades del presente estudio (punto rojo) (Recuperado de González-Bedolla, 2019).

En la figura 3 se puede apreciar un esquema en vista dorsal de cuerpo completo de *Excirolana braziliensis*. En donde se aprecia el cefalón con los ojos compuestos, anténulas y antenas. Es posible también observar los tagmas pereión y pleón, este último en su pleonito final fusionado al telson formando el pleotelson.



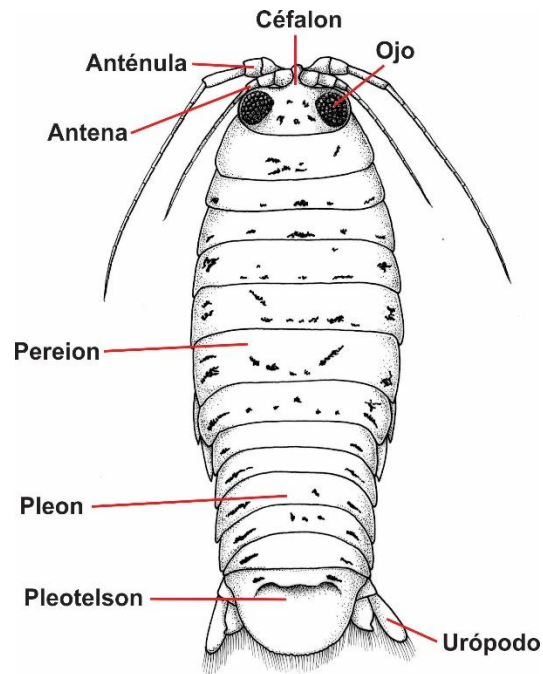


Figura 3. *Excirolana brazillensis*. Vista dorsal de cuerpo completo (Tomado y modificado de Kensley y Schotte, 1989).



HIPÓTESIS

1. El promedio de tamaño total no presenta diferencias significativas entre hembras y machos tanto en la población total, como en El Jicacal y Montepío.
2. A mayor largo total, mayor largo del pleotelson sin importar sexo o estadio de desarrollo.
3. A mayor largo o ancho total de la hembra ovígera, hay una mayor cantidad de manchas en el marsupio.
4. Habrá diferencias significativas en la proporción sexual tanto en la población total, como en El Jicacal y Montepío.

JUSTIFICACIÓN

En México los isópodos han sido poco estudiados tanto taxonómica como ecológicamente, debido a las dificultades que se presentan al momento de realizar la identificación correcta de los mismos. Sin embargo, en los últimos años se ha logrado determinar la diversidad de especies en las costas mexicanas del Golfo de México, más no así un estudio poblacional que determine la abundancia y estructura poblacional. Además de incluir mediciones de la longitud total del cuerpo tanto en machos (estado post larval) como en hembras. Es por eso que conociendo las dinámicas poblacionales se pueden llevar a cabo posteriores estudios girando en torno a la conservación de especies e incluso al uso de los isópodos como bioindicadores de las condiciones ambientales de las playas.



ANTECEDENTES

Poco se ha investigado de la biología reproductiva de *E. braziliensis* y de la estructura de sus poblaciones. Al tener un intervalo de distribución amplio que abarca prácticamente todo el continente americano, se han producido artículos que abordan sus dinámicas ecológicas y poblacionales desde Estados Unidos hasta Uruguay, por ejemplo:

Zúñiga *et al.* (1985), analizaron una población intermareal en Caleta Errázuriz, Antofagasta, Chile. Determinaron que el número de embriones por marsupio fluctúa entre 10 y 27 individuos, dependiendo de la longitud de la hembra, con un periodo de incubación de tres meses. Encontraron la talla máxima de las hembras en 12.8 mm. El promedio de la proporción sexual de machos respecto a hembras fue de 0.79: 1 y se comprobó que había diferencias significativas en la proporción sexual. El número de huevos arrojó una correlación positiva con la longitud de la hembra.

Fonseca *et al.* (2000) estimaron los parámetros de crecimiento, mortalidad y reproducción de una población en la playa de Prainha, Río de Janeiro, Brasil. Calcularon el tamaño promedio de la madurez sexual de la población en 6.9 mm con una fecundidad promedio de 13 embriones por hembra y obtuvieron una regresión lineal significativa entre el tamaño de la puesta y la longitud de la hembra. También realizaron un análisis de crecimiento demostrando que hay estacionalidad en el crecimiento con tasas más pequeñas que coinciden con temperaturas más bajas.

Rocha-Ramírez *et al.* (2002) examinaron la estructura poblacional, la proporción de sexos y las variaciones en la fecundidad de *Anopsilana oaxaca* (Isopoda: Cirolanidae) en la Laguna de Coyuca, Guerrero, México. Observaron que todas las fases del ciclo de vida estuvieron presentes a lo largo del año y que entre el 6.1 y el 56.4% de la población se encuentra en la fase juvenil. También hallaron que las hembras ovígeras contenían de 8 a 85 huevos y de 12 a 77 embriones en el marsupio, y que las hembras superaban a los machos en una proporción de 3:1.

Según Angeloni-del Castillo (2003), una mayor concentración de materia orgánica durante los meses más fríos provoca el aumento de la abundancia y riqueza del macrobentos. En el caso de los peracáridos, encontró que los anfípodos eran más frecuentes en invierno y los isópodos más abundantes en verano tras comparar la abundancia y riqueza de especies macrobentónicas en seis playas arenosas del sureste de la Bahía de La Paz en Baja California Sur.

Contreras *et al.* (2003) determinaron que el periodo reproductivo de *Excirolana braziliensis* y *E. hirsuticauda* alcanza su punto máximo en los meses de primavera-verano en dos playas de Chile



(Calfuco y Mehuín). Evaluaron las diferencias entre los tamaños corporales de machos y hembras, comparando las distribuciones de frecuencia de longitud con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Con ello encontraron que no había diferencias significativas entre sexos. Además, encontraron que no había diferencias significativas entre la abundancia de ovígeras de Calfuco y Mehuín.

Ingolfsson y Agnarsson, (2003) estudiaron los patrones de zonificación de anfípodos e isópodos en costas rocosas en el suroeste de Islandia, tanto por muestreo tradicional durante la marea baja como por muestreo durante la marea alta. Se determinó que los patrones de distribución observados durante la marea alta diferían significativamente de los de la marea baja. Por ejemplo, *Anonyx sarsi* (Amphipoda), era común alrededor de los cebos en todos los niveles del sustrato durante la marea alta, pero ausente del intermareal durante la marea baja. Varias otras especies como el isópodo *Idotea granulosa* eran relativamente más comunes o tendían a registrarse más en la orilla cuando la marea estaba alta.

Kaneko y Omori (2005), reportaron que el tamaño de las hembras ovígeras de *Excirolana chiltoni* varió de 7.7 a 12.9 mm en la Bahía de Sendai, Miyagi, Japón. Determinaron que el número de embriones osciló entre 11 y 59 en Sendai siendo un número similar al del sudoeste japonés (17 a 68). Aunado a ello, mencionaron que la tasa de crecimiento en *E. chiltoni* es baja en invierno y alta durante la estación más cálida teniendo un patrón de crecimiento similar al de *E. armata* y *E. braziliensis*.

Martínez y Defeo (2006), llevaron a cabo un análisis de la biología reproductiva de *E. braziliensis* en la playa arenosa de Arachania, Uruguay. Obtuvieron que la longitud corporal de las hembras ovígeras varió de 7.6 a 11.5 mm, alcanzando su punto máximo en diciembre y llegando a la madurez sexual a partir de 9.88 mm. En cuanto a la fecundidad, ésta osciló entre siete y 42 embriones y obtuvieron diferencias significativas entre meses, siendo los isópodos menos fértiles en febrero. Además, describieron e identificaron cuatro etapas embrionarias de desarrollo: huevo, nauplio, pre-manca y manca.

Dexter (2009), estudió una población intermareal de *E. braziliensis* en la isla de Naos, Panamá encontrando que los adultos estaban presentes solo en el nivel de marea más alto y que los juveniles se distribuyen a lo largo de todos los niveles de marea comprendiendo al menos el 70% de la población en todo momento. El número de crías varió de entre cuatro a 17 por ovígera dependiendo significativamente de la longitud de la hembra.



Petracco *et al.* (2010), analizaron la dinámica poblacional de *Excirolana armata* en la playa de Una, Sao Paulo, Brasil. Dicha especie mostró reproducción continua con mayor abundancia de ovígeras en invierno y primavera (julio-noviembre) con un pico de juveniles en primavera. La fecundidad varió de dos a 18 embriones por hembra dependiendo significativamente de la longitud de la hembra.

Gomes-Veloso *et al.* (2011), analizaron la estructura poblacional de *E. braziliensis* en diferentes tramos de la playa de Barra da Tijuca, Río de Janeiro, Brasil, que difieren con respecto a la urbanización y el turismo. Encontraron correlaciones negativas significativas entre la densidad de individuos y el número de visitantes a la playa. Calcularon los valores máximos de longitud corporal tanto para machos como para hembras en los seis tramos delimitados y la fecundidad promedio de estos. El tramo de Alvorada presentó un máximo de longitud total de 8.82 mm para machos y de 8.94 mm para hembras además de un promedio de 13.79 individuos por ovígera. Reserva presentó un máximo de longitud total de 8.50 mm para machos y de 9.22 mm para hembras además de un promedio de 13.32 individuos por ovígera. En Recreio se presentó una longitud total máxima de 8.41 mm para machos y de 8.60 mm para hembras además de un promedio de 13 individuos por ovígera. Para Grumari se presentó un máximo de longitud total de 10 mm para machos y de 10 mm para hembras además de un promedio de 11.13 individuos por ovígera. Finalmente, en Marambaia se presentó un máximo de longitud total de 9 mm para machos y de 10 mm para hembras además de un promedio de 11.99 individuos por ovígera.

Rocha-Ramírez *et al.* (2016) investigaron los cambios en el ensamblaje de macrocrustáceos en la playa arenosa de Villa Rica en el municipio de Actopan, Veracruz, tanto espacial como temporalmente. En este ensamblaje se encontraron nueve especies, de las cuales, *Excirolana* sp. y *E. braziliensis* resultaron ser las más dominantes. Las mareas elevadas se asociaron con los valores más altos de riqueza de especies, diversidad y densidad total. Las mayores densidades totales se encontraron durante la pleamar (de octubre y febrero).

Jaramillo *et al.* (2017), encontraron evidencia de las relaciones entre los tamaños corporales de las poblaciones de *E. braziliensis* y las características de las playas en costas de Chile y California. Los tamaños corporales de los machos se correlacionaron con las laderas de la playa (tamaño corporal: 11.39 mm) y los tamaños de las hembras con el tamaño del sedimento (tamaño corporal: 14.16 mm).



González-Bedolla (2019), realizó una revisión taxonómica de los isópodos en las playas de Montepío y Balzapote así como en el arrecife La Perla del Golfo, Veracruz. Actualizó el registro de especies en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz encontrando cuatro subórdenes, seis familias, 11 géneros y 16 especies entre las que se encuentra *E. braziliensis*. De los 540 organismos que identificó, la familia más abundante en Montepío y Balzapote fue Cirolanidae (67.6% de los individuos). También analizó la riqueza por sustrato, siendo la criptofauna asociada al bioconglomerado las más alta con siete especies en contraposición con el sustrato arenosos donde solo se encontraron dos especies, *Eurydice personata* y *Exciorolana braziliensis*.

Martínez *et al.* (2019), encontraron que tanto en el océano Pacífico como en el Atlántico, *E. braziliensis* presenta tallas menores en aguas superficiales más cálidas y tallas mayores en aguas menos cálidas. La longitud media máxima para el Atlántico se encontró en Uruguay (límite sureño de la distribución de la especie) con 12.5 mm a 17.40°C y la longitud media mínima se encontró en Progreso, Yucatán, México con 3.76 mm a 26.38°C. En el caso del océano Pacífico, la longitud media máxima se encontró en Iquique, Chile con 8.3 mm a 20.37°C y la longitud media mínima se encontró en la Isla de Naos, Panamá con 2.96 mm en un rango de 28-31° C.

Durán y Álvarez (2021), estudiaron poblaciones de *Creaseriella anops* en Quintana Roo y Yucatán, México, para comparar la estructuración de tallas, proporción sexual y variación geográfica entre ambos estados. En sus resultados mostraron que machos, hembras, manca y juveniles muestran intervalos de talla bien delimitados y encontraron que los tamaños de los organismos de ambas demarcaciones presentan diferencias estadísticas. La proporción sexual de la población total fue de 1M:1H y se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre la longitud de los organismos colectados en los distintos cuerpos de agua seleccionados para dicho estudio.



OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la estructura poblacional de *Excirolana braziliensis* en las playas de El Jicacal y Montepío, región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

Objetivos Particulares

1. Determinar el número de isópodos pertenecientes a la especie *Excirolana braziliensis* a través del tiempo y en las playas de El Jicacal y Montepío, Los Tuxtlas, Veracruz, México.
2. Determinar las tallas de longitud total, ancho total y longitud del pleotelson para mareas, machos y hembras entre las dos localidades.
3. Comparar entre meses y playas la abundancia y presencia de mareas, machos, hembras ovígeras o hembras no ovígeras.
4. Comparar si hay diferencias estadísticas entre las tallas de hembras y machos para ambas playas.
5. Determinar si hay correlación entre el largo del pleotelson con respecto del largo total del individuo.
6. Calcular el número total de mareas por hembra ovígera y relacionarlo con el ancho total.
7. Determinar la proporción sexual de la especie en las playas de El Jicacal y Montepío



ÁREA DE ESTUDIO

Playa de Montepío

La playa rocosa de Montepío se ubica en la Región de Los Tuxtlas, al sur del estado de Veracruz, en el municipio de San Andrés Tuxtla. ($18^{\circ} 38' 71''$ N; $95^{\circ} 05' 73''$ W) (Figs. 4 y 5). Se trata de una zona costera originada por las desembocaduras de los ríos Col y Máquinas. Esta zona es rica en nutrientes porque contiene materia orgánica sedimentada sobre rocas basálticas que se formaron durante el Pleistoceno como consecuencia de la erupción del volcán San Martín. (Vassallo *et al.*, 2014).

El lugar presenta un clima cálido-húmedo (Am) (Fig. 6), con selva alta perennifolia como vegetación adyacente, temperaturas típicas de entre 24 y 26 °C y más de 3.500 mm de precipitaciones anuales. (Vital, 2013). Aunque en Montepío llueve durante todo el año, se han delimitado tres estaciones con características particulares. De marzo a mayo es la estación seca; de junio a octubre es la estación lluviosa; y de noviembre a febrero es la estación correspondiente a los frentes fríos. (Hernández *et al.*, 2010).

Playa de El Jicacal

Situada en una pequeña bahía del municipio de San Andrés Tuxtla, al sur de Veracruz, El Jicacal es una playa semiprístina con superficie predominantemente arenosa ($18^{\circ} 35' 56''$ N, $95^{\circ} 03' 17''$ O). (Figs. 4 y 5) (Cárdenas-Quezada, 2019). Es considerada como componente del sistema lagunar de Sontecomapan el cual fue designado sitio Ramsar en 2003 (Cabrales, 2017). El municipio está situado por debajo de los 350 metros en la parte sur del estado, en las estribaciones de la Sierra de San Martín. Su temperatura media es de 23 °C (73 °F) en un ambiente cálido y húmedo (Am) y anualmente cae una media de $2.476,5$ mm de lluvia (Fig. 6). En verano y principios de otoño llueve abundantemente, mientras que en invierno llueve en menor medida. (INAFED, s.f.).

En los bordes de la bahía, la playa de El Jicacal presenta algunos afloramientos de roca basáltica, aunque es principalmente arenosa. La vegetación circundante se compone de selva alta perennifolia y pastizales antropogénicos (Rodríguez *et al.*, 2011).



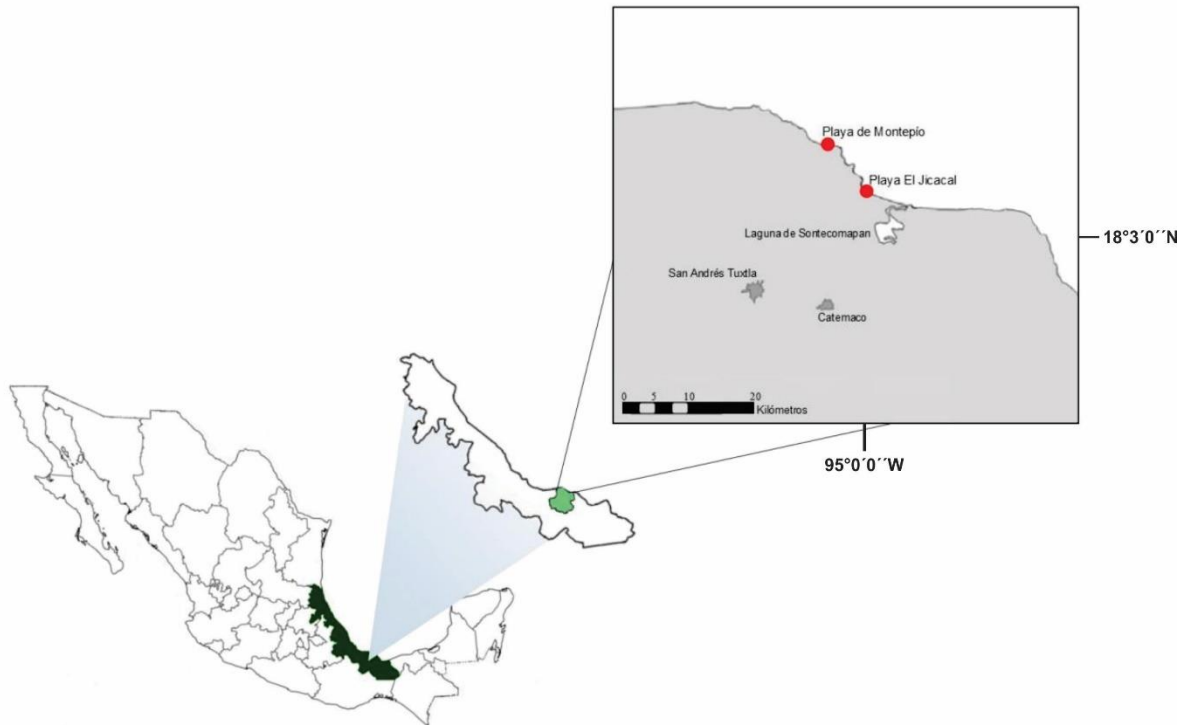


Figura 4. Ubicación de las playas Montepío y El Jicacal, Veracruz, México. (Tomado y modificado de Hernández-Méndez, 2022).



Figura 5. Ubicación en Google Earth de las playas Montepío y El Jicacal, Veracruz, México. Tomado de Google Earth (s.f.)



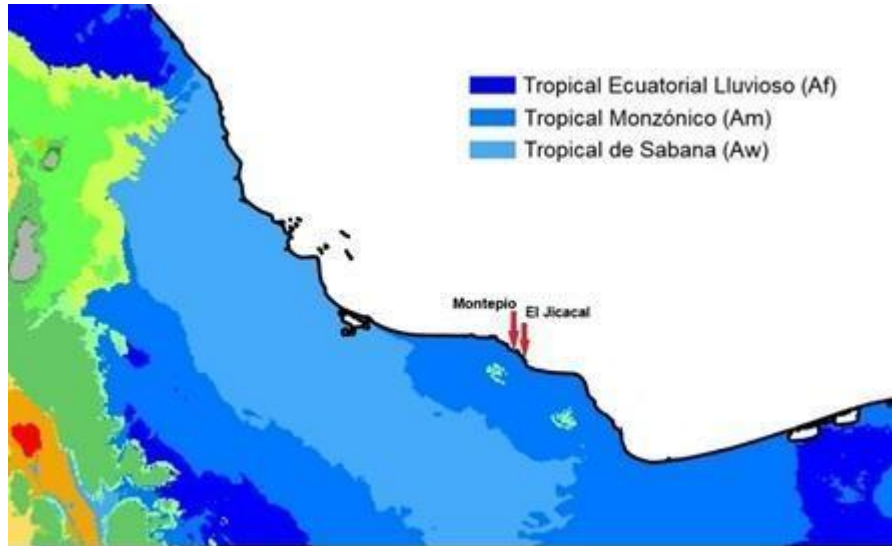


Figura 6. Clima de las playas Montepío y El Jicacal, Veracruz, México (Tomado y modificado de Beck *et al.*, 2018).

Observaciones personales

De manera general, el turismo no ha impactado considerablemente a ninguna de las tres playas. Al no ser un turismo a gran escala, no se perciben ingentes cantidades de desechos ya sean orgánicos o inorgánicos a lo largo de las costas. Montepío por su condición rocosa, no suele ser una playa predilecta por el turista habitual y El Jicacal, por su difícil accesibilidad, tampoco recibe prácticamente visitantes manteniendo su condición semi-virgen. Sin embargo, en Montepío sí podemos encontrar, a pocos metros de la costa, impacto antropogénico ya que hay poblaciones asentadas que se dedican al comercio, a la cría de animales de consumo y al turismo local que llega a la barra 2 de abril (Fig. 7a).

Montepío muestra un oleaje ligero y El Jicacal prácticamente no tiene movimiento de las olas, podríamos asemejarlo incluso con una laguna. La incidencia de luz solar en las dos playas es intensa. Sin embargo, en Balzapote se percibe una mayor insolación que en El Jicacal y Montepío, respectivamente. Tomando la exposición a tormentas y huracanes, la que se encuentra más expuesta es El Jicacal al no poseer un sustrato rocoso que haga frente al impacto de las ráfagas de agua y aire, pero, aun así, algunos tramos de la playa que forman bahías se ven protegidos.

La zona intermareal más larga se encuentra en El Jicacal (Figs. 8a y 8c), seguida por Montepío (Fig. 7c). Sobre los tamaños de grano, Montepío presenta los más gruesos a comparación de El Jicacal, donde la arena era comparativamente mucho más fina. La cantidad de superficie rocosa era mucho mayor en Montepío (Fig. 7b) que, en El Jicacal, la cual prácticamente no expone superficies



rocosas (Fig. 8b). La materia orgánica es mucho más abundante en Montepío, donde hay una gran cantidad de algas en la zona intermareal que son arrastradas por las corrientes y, además, desechos de animales invertebrados tales como erizos, moluscos, poliquetos, etc. El Jicacal no presentó vestigios de materia orgánica. Finalmente, la temperatura del agua se percibe mucho mayor en Montepío y va descendiendo en El Jicacal.

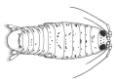


Figura 7. a, vista panorámica de la Barra 2 de abril en la playa rocosa de Montepío, Veracruz, México; b, detalle del afloramiento basáltico de Montepío visto desde la Barra 2 de abril; c, vista de la zona intermareal.





Figura 8. a, vista panorámica de la playa El Jicacal, Veracruz, México; b, Afloramiento basáltico en El Jicacal; c, vista de la zona intermareal.



MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de los datos en campo

En las playas de Montepío y El Jicacal, donde se presenta la franja arenosa que limita con las olas del mar, se tomaron de manera ascendente muestras aleatorias de arena con una pala (Figs. 9a y 9d) y se cernieron con un tamiz de apertura de malla de 1 mm. En la franja supralitoral fue donde se encontraron a los isópodos por lo que el muestreo se concentró en dicha zona manteniendo la aleatoriedad sin salir de la franja. Este procedimiento se realizó durante 30 minutos tratando de obtener un mayor número de muestras. La cantidad de arena depositada en el tamiz por cada movimiento correspondió a lo que cupiese en la pala (Figs. 9b y 9e) y se cernió enjuagando con el agua (Figs. 9c y 9f).

Con ello se separaron los organismos que viven enterrados en los granos de arena. Los ejemplares, en primera instancia, fueron depositados vivos en frascos de plástico con agua de mar. Dichos frascos fueron etiquetados provisionalmente solo con el nombre de la playa y la fecha de colecta para su transporte a la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas.

Todos los ejemplares recolectados fueron separados según la playa de proveniencia para ser conservados en frascos de cristal con alcohol etílico 70% (EtOH 70%) y su respectiva etiqueta conteniendo los datos de colecta. Finalmente se transportaron a la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).





Figura 9. a, toma de muestra de arena en playa El Jicacal, Veracruz; b, Descarga de la arena en el tamiz; c, tamizado de arena; d, Toma de muestra de arena en playa Montepío, Veracruz; e, descarga de la arena en el tamiz; f, tamizado de arena.

En la figura 10, se muestra una imagen de la división de la zona intermareal de El Jicacal. En amarillo se localiza la zona infralitoral sumergida, en verde la zona infralitoral intermitente, en azul la zona mesolitoral y en morado la franja supralitoral, en donde se encontraron los isópodos de la arena.





Figura 10. División de la zona intermareal de El Jicacal. En **amarillo**, la franja infralitoral sumergida; en **verde**, la franja infralitoral intermitente; en **azul**, la franja mesolitoral; finalmente, en **morado**, la franja supralitoral (Zona donde se localizaron los isópodos).

Trabajo de gabinete

En el laboratorio de la CNCR del IB, UNAM y con ayuda de las claves especializadas de isópodos marinos de Kensley y Schotte (1989), Moore y Brusca (2003) y Ortiz-Touzet y Cházaro-Olvera (2017), se tomó como carácter diagnóstico el surco con forma de “M” del pleotelson identificando a la especie colectada como *Excirrolana braziliensis*.

Simultáneamente se llevó a cabo el sexado de los individuos. Utilizando el microscopio Olympus SZH10 y dos agujas se identificó a los machos dada la presencia del apéndice masculino o estilete copulador que se halla en el pleópodo número dos (Fig. 11a). Por el contrario, las hembras fueron identificadas gracias a la ausencia del estilete y las hembras ovígeras por la presencia de manchas en el marsupio. Dichas manchas fueron extraídas de la hembra. Cada organismo, una vez procesado se guardó en un vial con EtOH 70% y se le asignó un número dentro de su colecta (Fig. 11b). Los viales a su vez fueron guardados dentro del frasco propio de cada muestreo (Fig. 11c). Las



mancas también fueron depositadas y etiquetadas individualmente en viales. Sin embargo, esos viales fueron guardados junto con su respectiva hembra ovígera en frascos aparte de la población general.

En el Laboratorio del Taller de Animales III de la Facultad de Ciencias, UNAM se realizó la medición de los individuos con ayuda del microscopio estereoscópico Leica M80. Haciendo uso del software LAS Core de Leica se tomó la longitud total, el ancho total y la longitud del pleotelson de cada organismo (con excepción de las manchas a las cuales solamente se les midió la longitud total) (Fig. 12). La longitud total se tomó desde el borde superior del cípeo hasta el borde inferior del pleotelson, el ancho total se tomó en la zona más convexa del pereión (Fig. 12c) y el largo del pleotelson se midió del surco M hasta el borde inferior del pleotelson (Fig. 13). Finalizada la medición y sexado de los individuos se creó una base de datos en Excel que incluyó el número de individuo, sexo, playa de origen, fecha, longitud total (LT), ancho total (AT), longitud del pleotelson (LP) y en el caso de las ovígeras el número de manchas extraídas.

Con apoyo del microscopio de capas del Laboratorio de Microscopía y Fotografía de Biodiversidad II localizado en el Instituto de Biología UNAM se tomaron fotografías de vista dorsal, ventral y lateral de machos y hembras. Aunado a ello, se obtuvieron acercamientos al pleotelson y al estilete copulador y se logró el registro fotográfico de los estadios embrionarios de premanca y manca.

Con respecto a la estadística descriptiva, se usó la paquetería de Excel. Se realizaron los siguientes gráficos de barras: 1, Número de hembras, machos, juveniles y manchas de acuerdo con los meses de colecta; 2, Número de individuos de acuerdo con los intervalos del largo, ancho y pleotelson total; 3, Número de organismos totales y número de ovígeras por localidad; 4, Número de organismos totales por mes de colecta; 5, Número de organismos totales por día de colecta y playa; 6, Número de ovígeras por día de colecta y playa; 7, Número de manchas por día de colecta y playa y; 8 Número de manchas por cada hembra ovígera. Asimismo, se realizaron gráficos de correlación de 1, Número de manchas respecto del largo y ancho totales de la hembra ovígera y; 2, Largo del pleotelson con respecto del largo total.

Se realizó el estadístico de Chi cuadrada para evaluar si había diferencias significativas en la proporción sexual de hembras y machos de la población total, de playa Montepío y de playa El Jicacal. Para terminar el análisis estadístico se calculó por medio de la prueba T de Student si había diferencias significativas entre los promedios de tamaño de hembras y machos para la población



total, playa Montepío y playa El Jicacal. Adicionalmente, se realizó un glosario que incluye términos especializados mencionados a lo largo del presente trabajo (pág. 71).



Figura 11. Sexado de individuos. a, sexado de ejemplares utilizando agujas; b, organización y etiquetado de individuos por vial; c, viales guardados en su respectivo frasco.

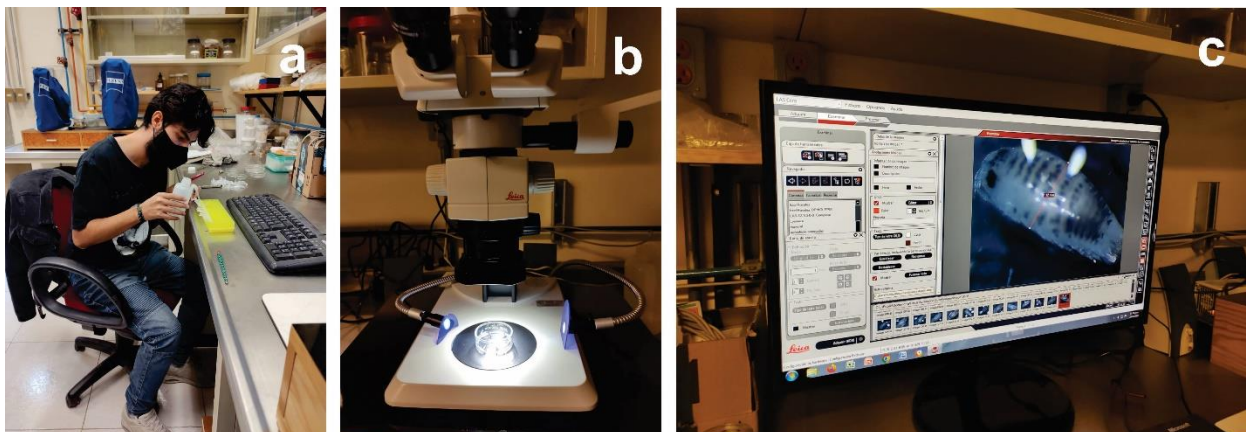


Figura 12. Medición de individuos. a, organizando los ejemplares por viales; b, muestra en microscopio Leica; c, uso del software LAS Core para medir ancho total.



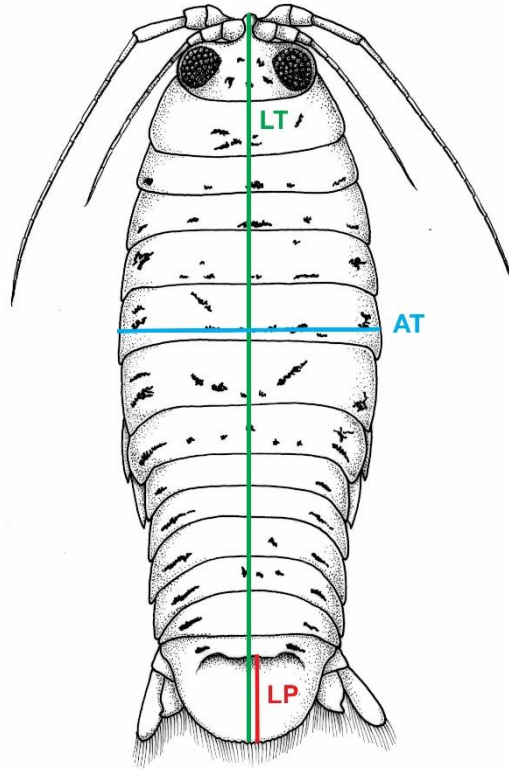
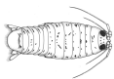


Figura 13. *Excirolana braziliensis*. Medidas tomadas a cada individuo. LT: Longitud total., AT: Anchura total., LP: Longitud del pleotelson. (Tomado y modificado de Kensley y Schotte, 1989).



RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos, durante los siete muestreos realizados se colectó un total de 313 organismos, de los cuales, 121 fueron machos (20.404 %), 20 juveniles (3.372 %) y 172 fueron hembras (29.005 %). De éstas, 23 se encontraron ovígeras y contuvieron un total de 280 mancás (47.21 %). Con ello, se obtuvo un total de 593 individuos (Fig. 14).

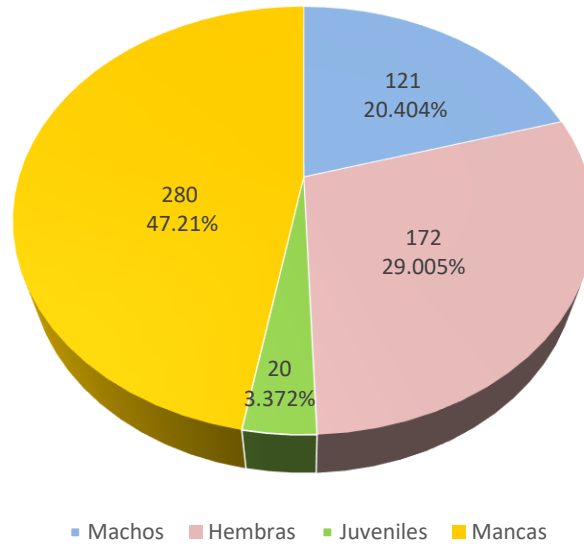


Figura 14. Número de machos, hembras, juveniles y mancás colectados en siete muestreos en diferentes playas de Los Tuxtlas, Veracruz.

En los cuatro muestreos realizados en El Jicacal se registró una mayor abundancia de machos, seguido de hembras. En los muestreos de agosto y octubre de 2021, la abundancia de mancás fue mayor en comparación a las otras categorías. En marzo de 2020 y en mayo de 2022, no se encontraron mancás. No hubo presencia de juveniles en ninguno de los muestreos (Fig. 15a).

En los tres muestreos realizados en Montepío, se registró una mayor abundancia de hembras, seguida de machos. En el muestreo de octubre de 2017 la abundancia de mancás fue mayor que en el resto de las categorías. En octubre de 2021, no se registraron mancás mientras que en el muestreo de mayo de 2022, la abundancia fue menor que la de hembras y machos. En octubre de 2017, los juveniles fueron más abundantes que los machos, pero menos que las hembras. En octubre de 2021, sólo se encontró un juvenil y en mayo de 2022, dicho estadio estuvo ausente (Fig. 15b).



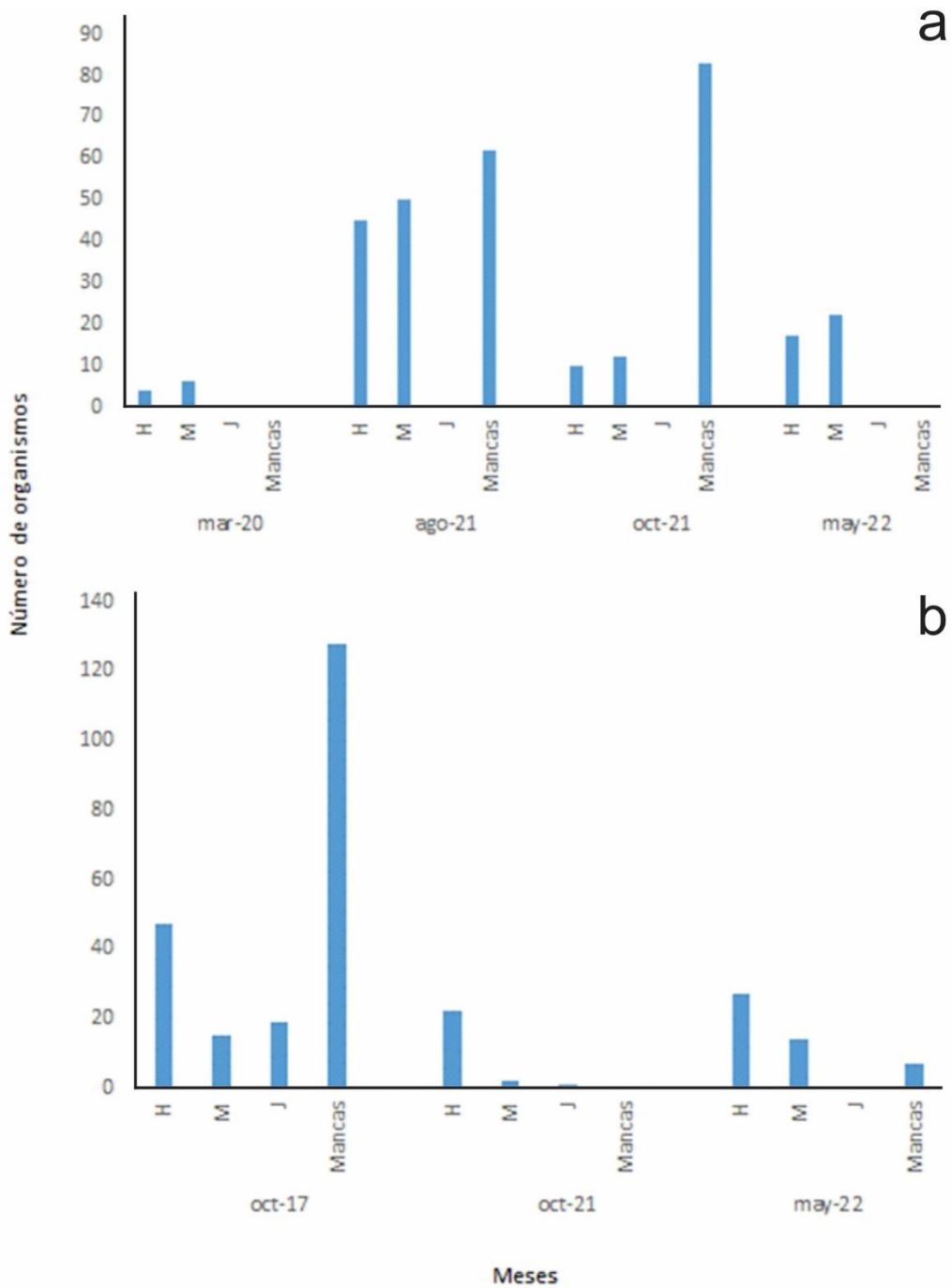


Figura 15. Número de hembras, machos, juveniles y mancas de acuerdo con los meses de colecta. a, El Jicacal y b, Montepío.

En la figura 16, se muestra el número de organismos totales con respecto a cada una de las localidades. Como se puede apreciar, en El Jicacal existe una mayor cantidad de organismos (311 en



total; 52%), mientras que en Montepío (Fig. 16a) se encontraron solamente 282 organismos (48%). Por otro lado, la figura 16b, presenta el número de hembras ovígeras observadas por localidad. En El Jicacal correspondieron 12 y en Montepío 11.

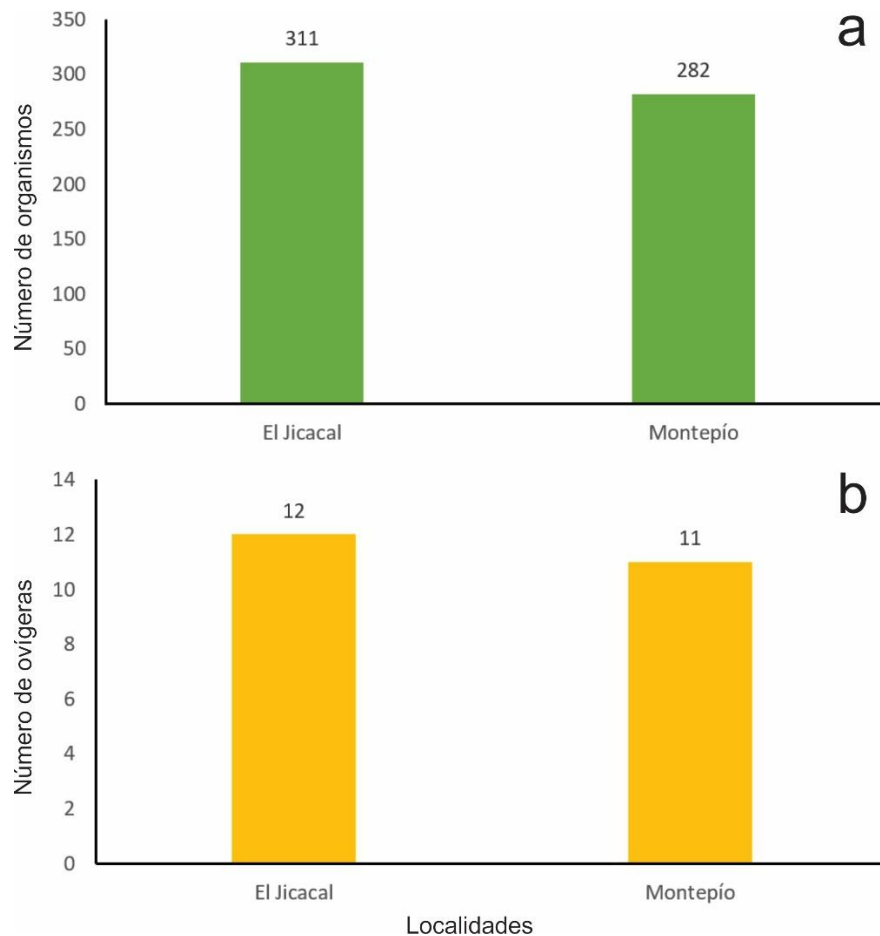


Figura 16. a, número de organismos totales y; b, número de ovígeras por localidad.

El mes donde se recolectaron más organismos fue octubre del 2017 con 209 individuos, seguido de agosto de 2021 con 157 individuos, octubre de 2021 con 130 individuos, mayo de 2022 con 87 individuos y finalmente, el mes que menos organismos presentó fue marzo de 2022 con solo 10 individuos (Fig. 17a).

En cuanto al número de organismos por mes y localidad se obtuvo que la localidad de Montepío en el mes de octubre de 2017, presentó el mayor número de isópodos son 209, seguido de El Jicacal en agosto de 2021 con 157 individuos, El Jicacal en octubre de 2021 con 105, Montepío



en mayo de 2022 con 48, El Jicacal en mayo de 2022 con 39, Montepío en octubre de 2021 con 25 y finalmente El Jicacal en marzo de 2020 con 10 individuos (Fig. 17b).

En octubre de 2017, en Montepío, se registraron 10 ovígeras y 128 mancás. En agosto de 2021 en El Jicacal se encontraron seis ovígeras y 62 mancás. En octubre de 2021 en El Jicacal hubo seis ovígeras y 83 mancás. Por último, en mayo de 2022 en Montepío se recolectaron una ovígera y siete mancás. El resto de los meses no tuvo presencia de ovígeras ni de mancás (Fig. 17c y d).

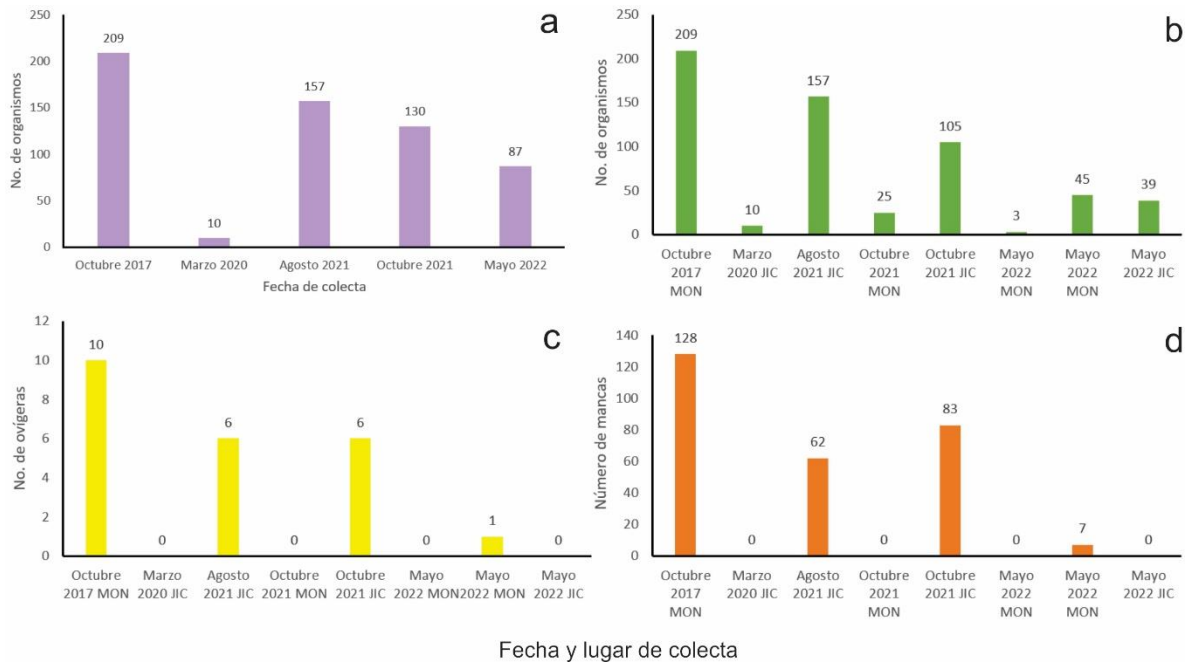


Figura 17. a, número de organismos totales por mes de colecta; b, número de organismos totales por mes de colecta y playa; c, número de ovígeras por día de colecta y playa; d, número de mancás por día de colecta y playa.

Estructura por tallas

Dada la dificultad de trabajar con organismos diminutos, no se realizaron mediciones de dos hembras y de 72 mancás ya que, al momento de ser disectadas del marsupio de las hembras ovígeras, éstas se fracturaron. Por ende, dichos organismos no se tomaron en cuenta para el análisis estadístico de tallas. Es decir, de las 172 hembras recolectadas se midieron 170, de las 280 mancás recolectadas solamente se midieron 208 y de los 593 organismos totales se midieron únicamente 519.

En la figura 18, se observa el número de individuos respecto a los intervalos de largo total del cuerpo. El primer intervalo que va de 0.9 a 1.81 mm es el que más individuos abarcó con un total



de 208. El siguiente de 1.82 a 2.72 mm contiene 39 individuos. En el intervalo 2.73 a 3.63 mm se encontraron 124. El segundo intervalo con mayor número de organismos fue el de 3.64 a 4.54 mm con 136. El último intervalo de 4.55 a 5.45 mm es el que menos cantidad de individuos contuvo con un total de 12 (Fig. 18). La media del largo de la población es de 2.62 ± 1.21 mm.

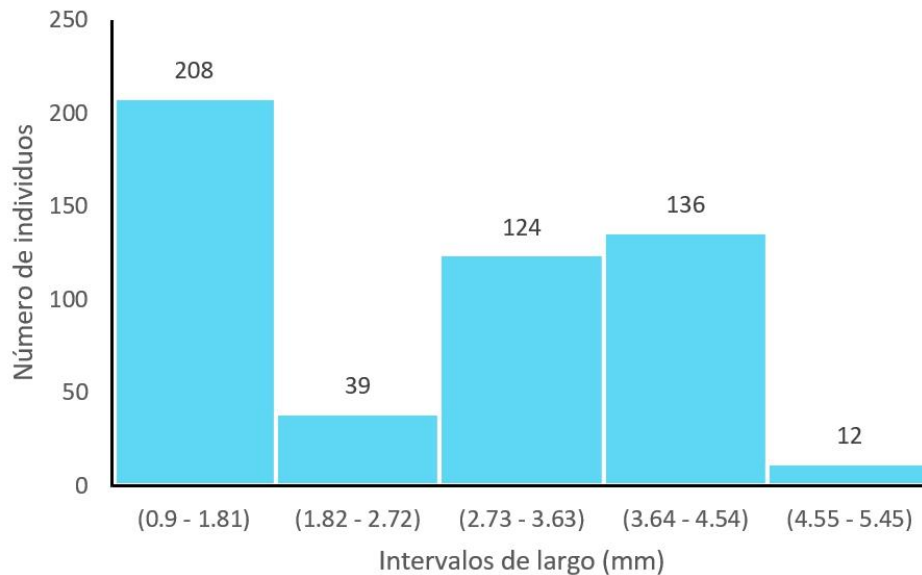


Figura 18. Número de individuos de acuerdo con los intervalos del largo total (mm), población total.

Las 208 mareas que se midieron estuvieron dentro del intervalo de largo que va de 0.9 a 1.81 mm (Fig. 19a). De los 20 juveniles, 10 midieron de 1.82 a 2.72 mm y los otros 10 de 2.73 a 3.63 mm (Fig 19b). Las hembras se distribuyeron de la siguiente manera: 14 en el intervalo 1.82 a 2.72 mm, 60 de 2.73 a 3.63 mm, 89 de 3.64 a 4.54 mm (siendo este el intervalo con más hembras) y el último con siete hembras de 4.55 a 5.45 mm (Fig. 19c). Los machos se distribuyeron así: 15 en el intervalo 1.82 a 2.72 mm, 54 en 2.73 a 3.63 mm (siendo este el que más machos contuvo), 47 de 3.64 a 4.54 mm y cinco machos en el último intervalo de 4.55 a 5.45 mm (Fig. 19d).



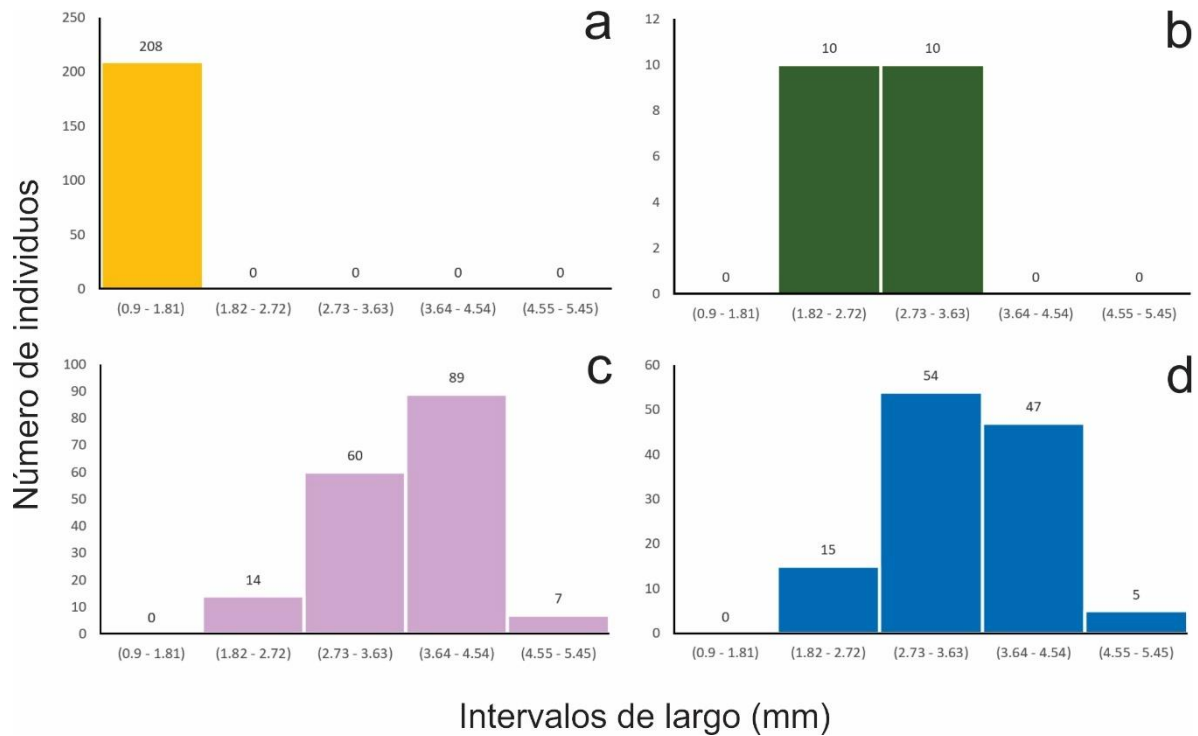


Figura 19. Número de individuos de acuerdo con los intervalos del largo total (mm). a, mancas; b, juveniles; c, hembras y d, machos.

La distribución de los organismos en los intervalos de ancho de acuerdo a su estadio, se ubica de la siguiente manera: en el intervalo de 0.57 a 0.87 mm se encontraron tres juveniles, 14 hembras y siete machos, con un total de 24 individuos. En el siguiente intervalo de 0.88 a 1.18 mm se ubicaron 14 juveniles, 30 hembras y 32 machos, con un total de 76 individuos. En el intervalo de 1.19 a 1.48 mm hubo dos juveniles, 56 hembras y 45 machos, con un total de 103 individuos, este es el intervalo con mayor número de hembras, machos y de organismos totales. El intervalo de 1.49 a 1.79 mm contuvo un juvenil, 51 hembras, 29 machos y 81 organismos totales. Finalmente, en el intervalo de 1.80 a 2.1 mm se encontraron 19 hembras y ocho machos, ningún juvenil y una población total de 27 individuos (Figs. 20a, 20b, 20c y 20d).



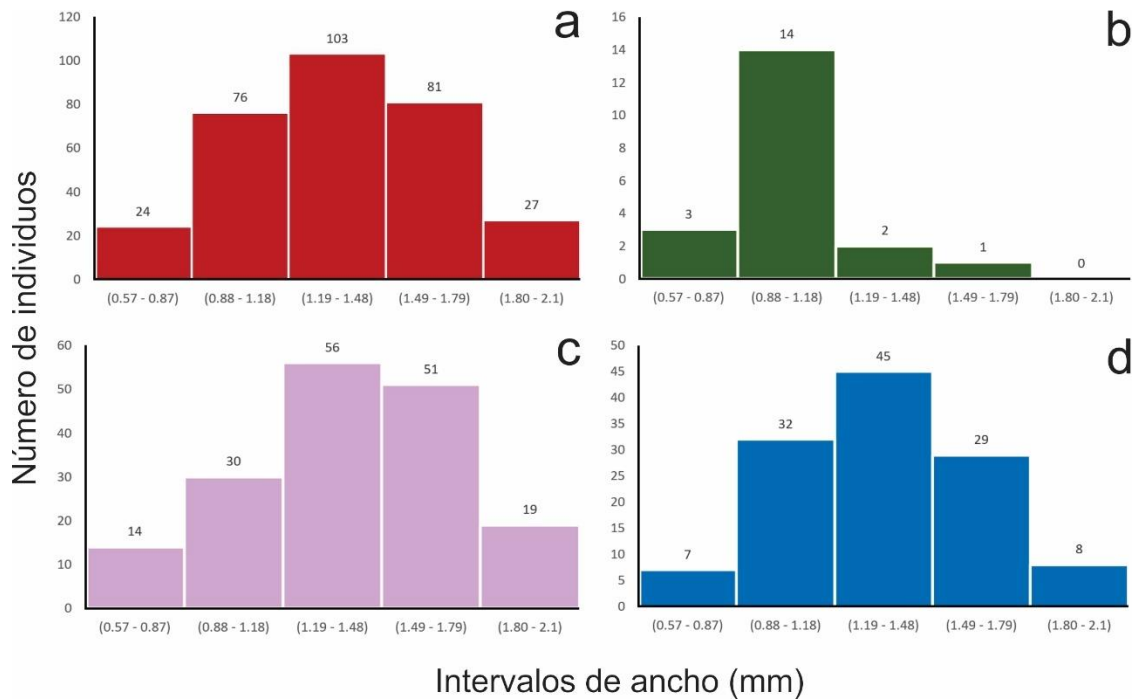


Figura 20. Número de individuos colectados en El Jicacal y Montepío de acuerdo con los intervalos del ancho total (mm). a, población total; b, juveniles; c, hembras y d, machos.

En la figura 21, se observan los intervalos de largo para el pleotelson. En el intervalo de 0.2 a 0.35 mm se encontraron 14 juveniles, 12 hembras y 29 machos, con un total de 75 individuos (este es el intervalo con mayor número de juveniles). En el siguiente intervalo de 0.36 a 0.51 mm se ubicaron cuatro juveniles, 90 hembras y 55 machos, con un total de 149 individuos (este es el intervalo con mayor cantidad de hembras, machos y población total). En el intervalo de 0.52 a 0.67 mm hubo dos juveniles, 40 hembras y 28 machos, con un total de 70 individuos. El intervalo de 0.68 a 0.83 mm contuvo seis hembras, siete machos y 13 organismos totales. Por último, en el intervalo 0.84 a 0.99 mm se encontraron dos hembras y dos machos con una población total de cuatro individuos (Fig. 21a, 21b, 21c y 21d). La medida máxima del pleotelson para juveniles fue de 0.67.



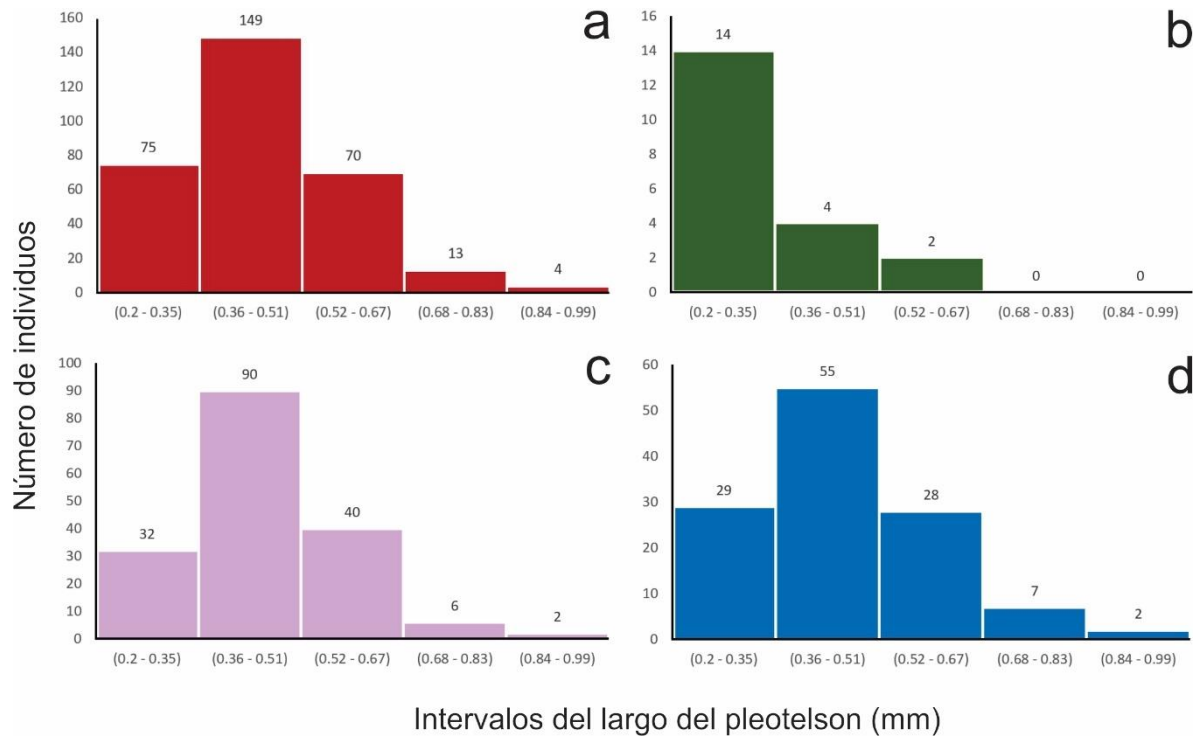


Figura 21. Número de individuos colectados en El Jicacal y Montepío de acuerdo con los intervalos del largo del pleotelson (mm). a, población total; b, juveniles; c, hembras y d, machos.

A continuación, se muestran los valores mínimos, máximos, media, moda, varianza y desviación estándar del largo total (mm), ancho total (mm) y largo del pleotelson (mm) para las poblaciones de *E. braziliensis* de la playa El Jicacal, playa Montepío y de la población total (Tabla 2)

En cuanto a la población total se obtuvo una media de 2.62 mm para el largo total, una media de 1.34 mm para el ancho total y una media de 0.45 mm para el largo del pleotelson. Además, se obtuvo un rango de 0.9 – 5.45 mm para el largo total, un rango de 0.57 – 2.1 mm para el ancho total y un rango de 0.2 – 0.99 mm para el largo del pleotelson.

Para la playa El Jicacal se obtuvo una media de 2.54 mm para el largo total, una media de 1.36 mm para el ancho total y una media de 0.43 mm para el largo del pleotelson. Aunado a ello, se obtuvo un rango de 0.9 – 4.84 mm para el largo total, un rango de 0.67 – 2.08 mm para el ancho total y un rango de 0.21 – 0.9 mm para el largo del pleotelson.

Para la playa de Montepío se obtuvo una media de 2.72 mm para el largo total, una media de 1.32 mm para el ancho total y una media de 0.46 mm para el largo del pleotelson. Se obtuvo un rango de 1.08 – 5.45 mm para el largo total, un rango de 0.57 – 2.1 mm para el ancho total y un rango de 0.2 – 0.99 mm para el largo del pleotelson.



Tabla 2. Estadística descriptiva del largo total, ancho total y largo del pleotelson en las poblaciones de El Jicacal, Montepío y de la población total en ambas playas.

Largo total (mm)						
	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Varianza	Desviación
El Jicacal	0.9	4.84	2.54	1.27	0.094	1.21
Montepío	1.08	5.45	2.72	1.33	1.46	1.2
Población total	0.9	5.45	2.6228	1.35	1.47	1.21
Ancho total (mm)						
	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Varianza	Desviación
El Jicacal	0.67	2.08	1.36	1.36	0.094	0.3
Montepío	0.57	2.1	1.32	1	0.1	0.32
Población total	0.57	2.1	1.34	1.14	0.09	0.31
Largo total del pleotelson (mm)						
	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Varianza	Desviación
El Jicacal	0.21	0.9	0.43	0.38	0.014	0.12
Montepío	0.2	0.99	0.46	0.48	0.01	0.12
Población total	0.2	0.99	0.45	0.38	0.01	0.12

En la Tabla 3, se muestran los valores mínimos, máximos y la media del largo total (mm), ancho total (mm) y largo del pleotelson (mm), para los diferentes sexos y estadios de desarrollo de *E. braziliensis* considerando a la población total. En el caso de las mancas solamente se midió el largo total (LT) obteniendo una media de 1.28 mm, un valor mínimo de 0.9 mm y un valor máximo de 1.6 mm.

Los juveniles presentaron, para el largo total (LT), una media de 2.7 mm, un mínimo de 2.29 mm y un máximo de 3.23 mm. Para el ancho total (AT) arrojaron una media de 1.36 mm, un mínimo de 0.98 mm y un máximo de 1.84 mm. En el caso del largo del pleotelson (LP), se registró una media de 0.40 mm, un mínimo de 0.2 mm y un máximo de 0.52 mm.

Los machos mostraron, para el largo total (LT), una media de 3.5 mm, un mínimo de 2.34 mm y un máximo de 5.39 mm. Para el ancho total (AT) presentaron una media de 1.33 mm, un



mínimo de 0.57 mm y un máximo de 2.1 mm. En el caso del largo del pleotelson (LP), se registró una media de 0.44 mm, un mínimo de 0.24 mm y un máximo de 0.91 mm.

Las hembras arrojaron, para el largo total (LT), una media de 3.62 mm, un mínimo de 1.85 mm y un máximo de 5.45 mm. Para el ancho total (AT), mostraron una media de 1.35 mm, un mínimo de 0.67 mm y un máximo de 2.04 mm. En el caso del largo del pleotelson (LP), registraron una media de 0.45 mm, un mínimo de 0.21 mm y un máximo de 0.99 mm.

Para el caso de la población total (PT), se excluyeron a las mancás y juveniles dado que aún no terminan su desarrollo y sesgarían los estadísticos. Al no existir diferencias significativas entre los tamaños de hembras y machos se optó por juntarlos en dicha categoría. La población total presentó, para el largo total (LT), una media de 3.57 mm, un mínimo de 1.85 mm y un máximo de 5.45 mm. Para el ancho total (AT), mostró una media de 1.34 mm, un mínimo de 0.57 mm y un máximo de 2.1 mm. En el caso del largo del pleotelson (LP), registró una media de 0.45 mm, un mínimo de 0.21 mm y un máximo de 0.99 mm.

Tabla 3. Estadística descriptiva del largo total (mm), ancho total (mm) y largo del pleotelson (mm) para los estadios de manca, juveniles, machos, hembras y población total (sin contar mancás y juveniles). PT: Población total.

		Mancas	Juveniles	Machos	Hembras	PT (Solo adultos)
Largo total (LT)	Media	1.28	2.77	3.50	3.62	3.57
	Mínimo	0.9	2.29	2.34	1.85	1.85
	Máximo	1.6	3.23	5.39	5.45	5.45
Ancho total (AT)	Media	-	1.36	1.33	1.35	1.34
	Mínimo	-	0.98	0.57	0.67	0.57
	Máximo	-	1.84	2.1	2.04	2.1
Largo del pleotelson (LP)	Media	-	0.40	0.44	0.45	0.45
	Mínimo	-	0.2	0.24	0.21	0.21
	Máximo	-	0.52	0.91	0.99	0.99



Análisis estadístico

Al tener una distribución normal en los promedios de tamaño (largo total) se optó por realizar la prueba de posición para dos muestras (t de Student). Dicha prueba estadística comprueba si las medias de dos poblaciones que se distribuyen de manera normal son iguales.

De acuerdo con el análisis estadístico correspondiente, los cálculos realizados de la prueba t de Student indicaron que en el caso de la población total el estadístico t fue de 1.652 y el valor crítico de t fue de 1.9682 (Tabla 4a). Para la playa El Jicacal el estadístico t fue de 1.5754 y el valor crítico de t fue de 1.974 (Tabla 4b) y en Montepío el estadístico t fue de 0.0417 y el valor crítico de t fue de 1.979 (Tabla 4c). Al aplicar la prueba t de Student, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las tallas de hembras y machos en los tres sitios de muestreo ($p > 0.05$).

Tabla 4. Análisis estadístico de las tallas de hembras y machos de largo total. a, población total; b, El Jicacal; c, Montepío.

	a		b		c	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Media	3.62835294	3.50173554	3.58526316	3.44833333	3.66319149	3.65677419
Varianza	0.43507774	0.38689946	0.28883326	0.33019607	0.554951	0.53462258
Observaciones	170	121	76	90	94	31
Varianza agrupada	0.41507292		0.31128015		0.54999285	
Diferencia hipotética de las medias	0		0		0	
Grados de libertad	289		164		123	
Estadístico t	1.65234928		1.57541996		0.04177951	
P(T<=t) una cola	0.04977467		0.05854331		0.48337111	
Valor crítico de t (una cola)	1.65014323		1.65419793		1.6573364	
P(T<=t) dos colas	0.09954935		0.11708662		0.96674222	
Valor crítico de t (dos colas)	1.96820644		1.97453458		1.97943869	



Correlaciones

El largo del pleotelson con respecto del largo total de la población arrojó una $R^2=0.2892$ ($r=0.53$; $p<0.01$) (Figura 22a). La correlación existente entre el largo del pleotelson con respecto del largo total de los juveniles se muestra en la figura 22b, en donde se encontró que $R^2= 0.2436$ ($r= 0.492$; $p<0.05$). En la figura 22c se muestra que el largo del pleotelson acorde al largo total de las hembras tiene una $R^2= 0.2107$ ($r=0.45$; $p<0.01$) y en la figura 22d se expone que la correlación existente entre el largo del pleotelson y el largo total de los machos presenta una $R^2= 0.3322$ ($r=0.576$, $p<0.01$). En todos los casos, la R^2 presenta valores significativos por lo que podemos deducir que a mayor largo total tenemos un mayor largo del pleotelson sin importar sexo o estadio de desarrollo.

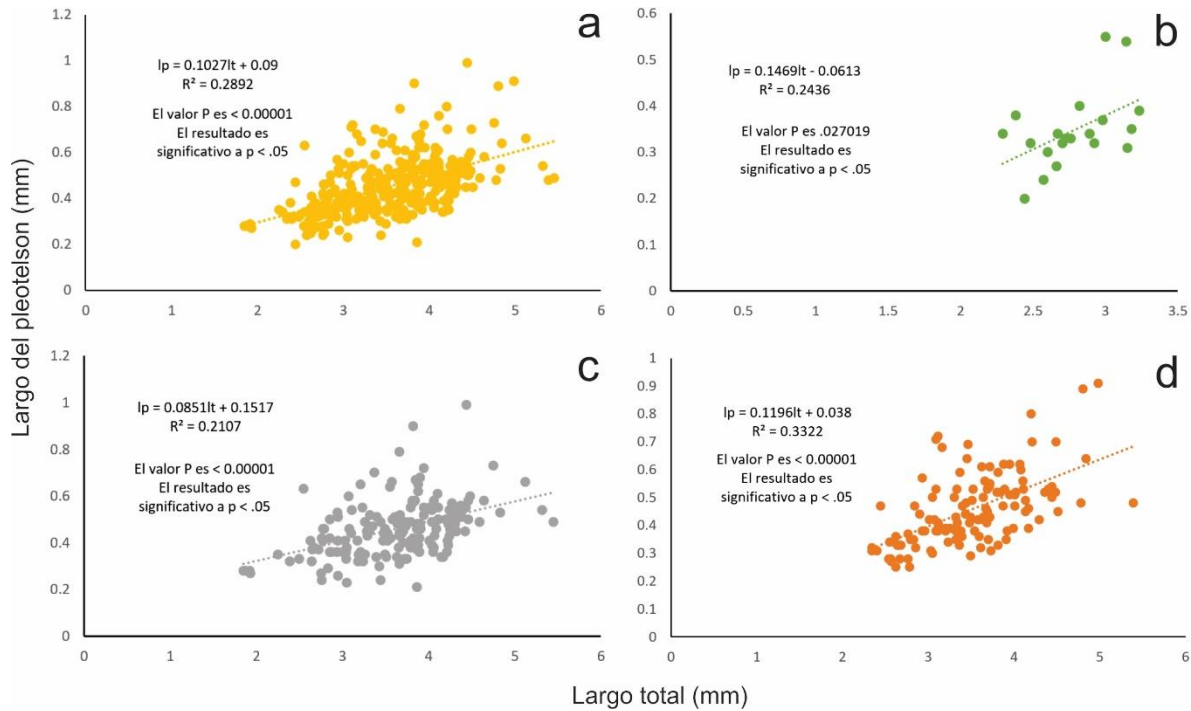


Figura 22. Largo del pleotelson (mm) con respecto del largo total (mm). a, población total; b, juveniles; c, hembras y; d, machos.

El número total de hembras grávidas encontrado fue de 23, ello representa el 13.3% de las hembras y el 3.8% de la población total. El número de manchas que se presentó en cada hembra ovígera va de un mínimo de siete manchas a un máximo de 17 manchas. La media del número de



mancas por hembra ovígera fue de 12.27 en playa Montepío y de 12.08 para playa El Jicacal. La media del número de manchas para la población total fue de 12 manchas por hembra ovígera (Fig. 23).

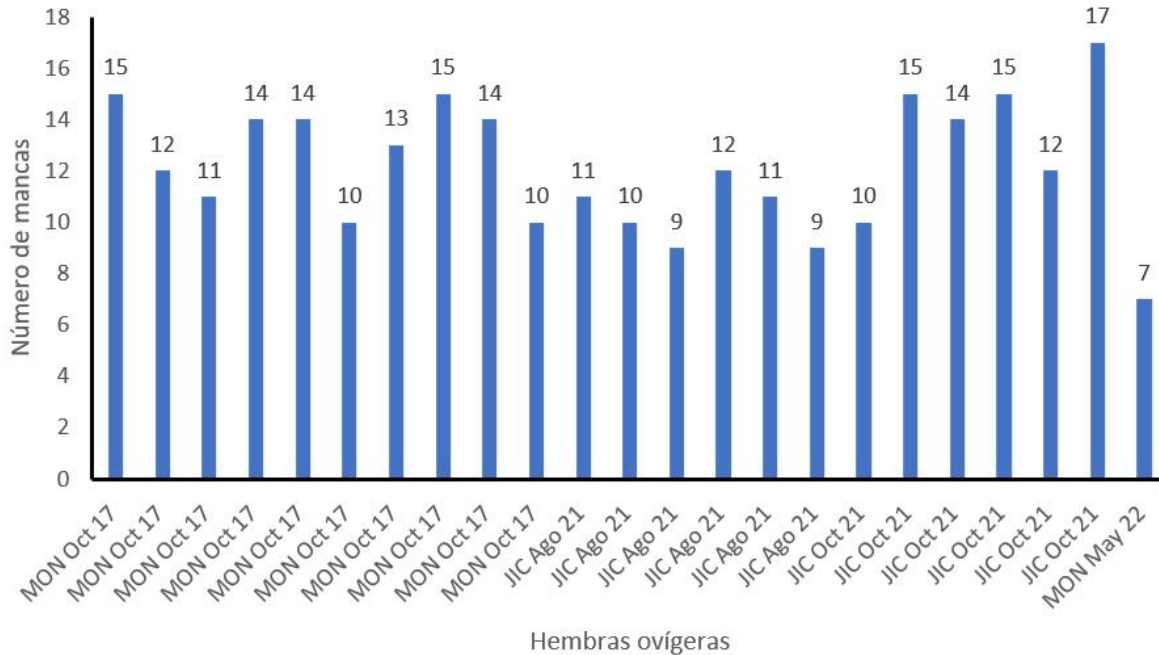


Figura 23. Número de manchas por cada hembra ovígera. Nota: las claves de cada hembra incluyen el mes y año de muestreo además de la localidad (MON: playa de Montepío, JIC: playa de El Jicacal).

El número de manchas con respecto del largo total de la ovígera en mm arrojó una $R^2 = 0.5225$ ($r = 0.72$; $p < 0.05$) (Figura 24a). La correlación existente entre el número de manchas con respecto al ancho total de la ovígera en mm se muestra en la figura 24b, en donde se encontró que la $R^2 = 0.5496$ ($r = 0.74$; $p < 0.01$). En ambos casos, la R^2 es significativa y nos habla de una correlación positiva. Con ello podemos observar que a mayor largo o ancho total de la hembra ovígera, hay una mayor cantidad de manchas en el marsupio.



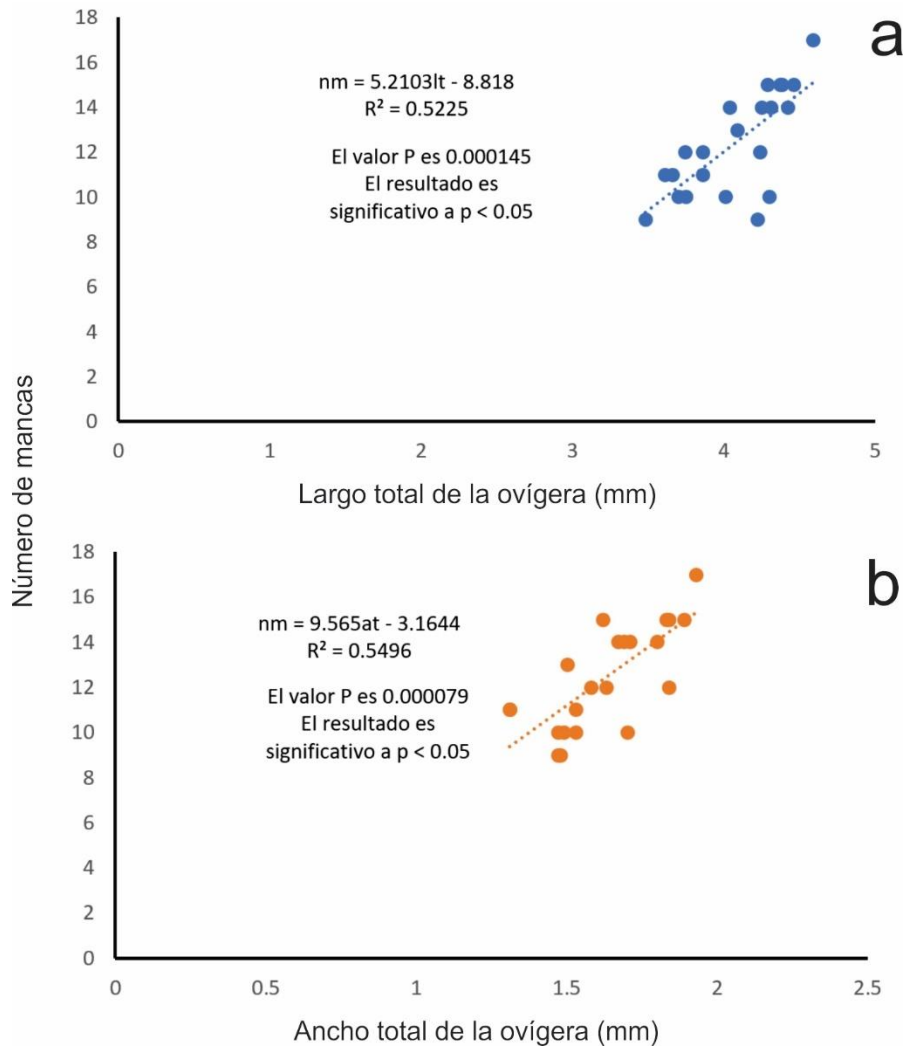


Figura 24. a, número de manchas de *Excirolana braziliensis* respecto del largo total y; b, ancho total de la hembra ovígera.



Proporción sexual

La proporción sexual entre machos y hembras para la población total fue de (0.711:1). Aunado a ello se encontró una diferencia significativa en los datos de la proporción sexual ($\chi^2_c = 8.25 > \chi^2_t = 7.87$; a 0.005). Por otra parte, la proporción sexual entre machos y hembras de la playa El Jicacal fue de (1.18:1), encontrando que las proporciones sexuales no muestran diferencias significativas ($\chi^2_c = 1.1806 < \chi^2_t = 7.879$; a 0.005). En el caso de la playa Montepío, la proporción sexual entre machos y hembras fue de (0.32:1) teniendo que las proporciones muestran diferencias significativas ($\chi^2_c = 31.75 > \chi^2_t = 7.87$; a 0.005).

Registro fotográfico

A continuación, se presentan unas láminas que agrupan fotografías de la vista dorsal, ventral y lateral de machos y hembras (Figura 25a, 25b, 25c, 25d, 25e, 25f). En las figuras 25g y 25h se encuentra un acercamiento del pleotelson tanto de macho como de hembra.



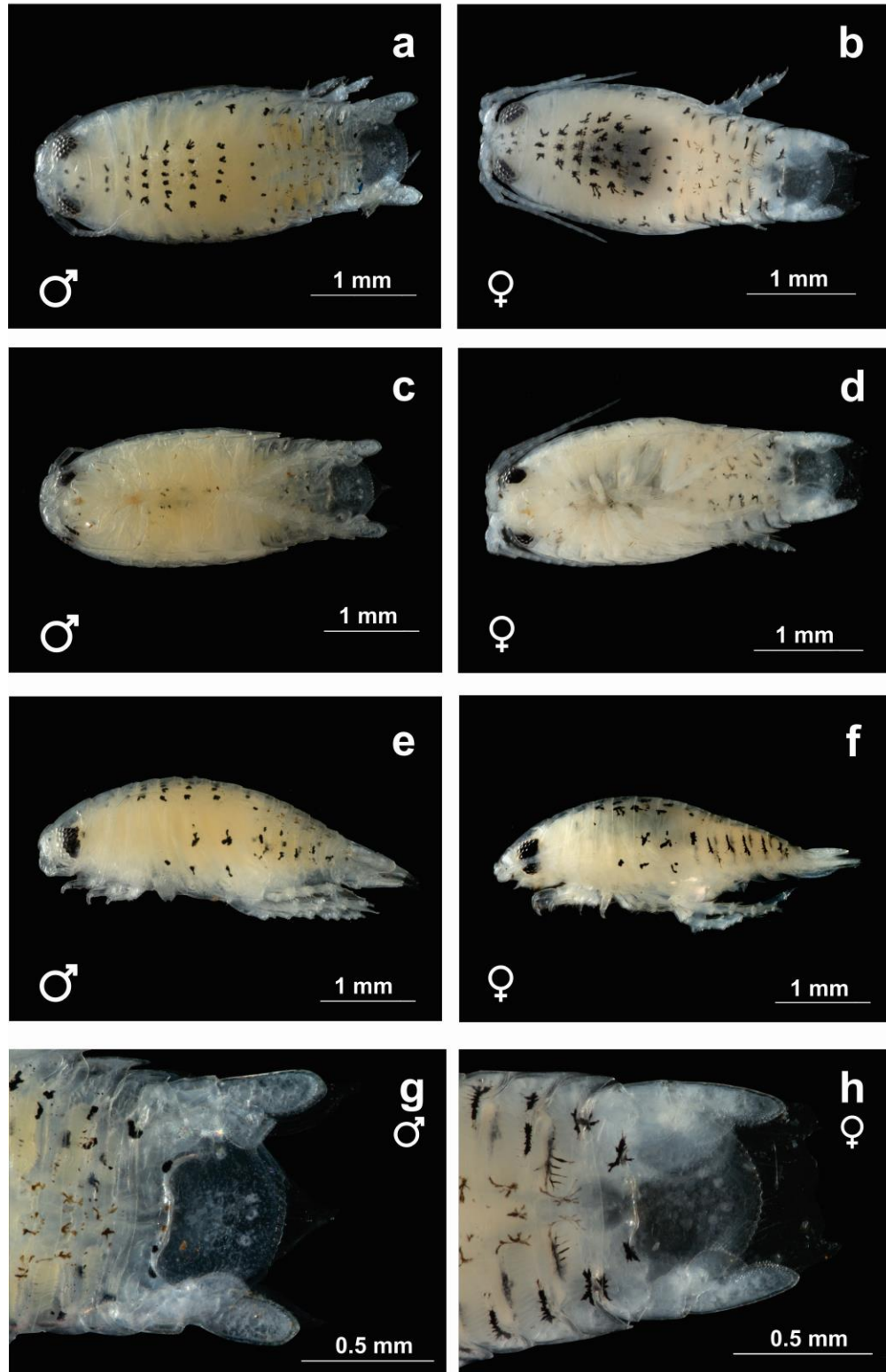


Figura 25. *Excirolana braziliensis*. Vista dorsal: a, macho; b, hembra; Vista ventral: c, macho; d, hembra. Vista lateral: e, macho; f, hembra. Detalle de pleotelson: g, macho; h, hembra.



La figura 26, muestra las diferencias morfológicas que hay entre el estadio de premanca (manca estadio 1) y el de manca (manca estadio 2). En 26a es posible observar cómo la premanca aún no está segmentada, no posee apéndices, presenta pequeños cromatóforos y los ojos aún no se desarrollan completamente. Por el contrario, en la figura 26b, es notorio el desarrollo de los ojos y apéndices de la manca además de que es evidente la segmentación del cuerpo y una mayor concentración de cromatóforos por todo el cuerpo. Finalmente, en la figura 26c, se puede apreciar una puesta de ocho mancas provenientes del marsupio de una misma ovígera.

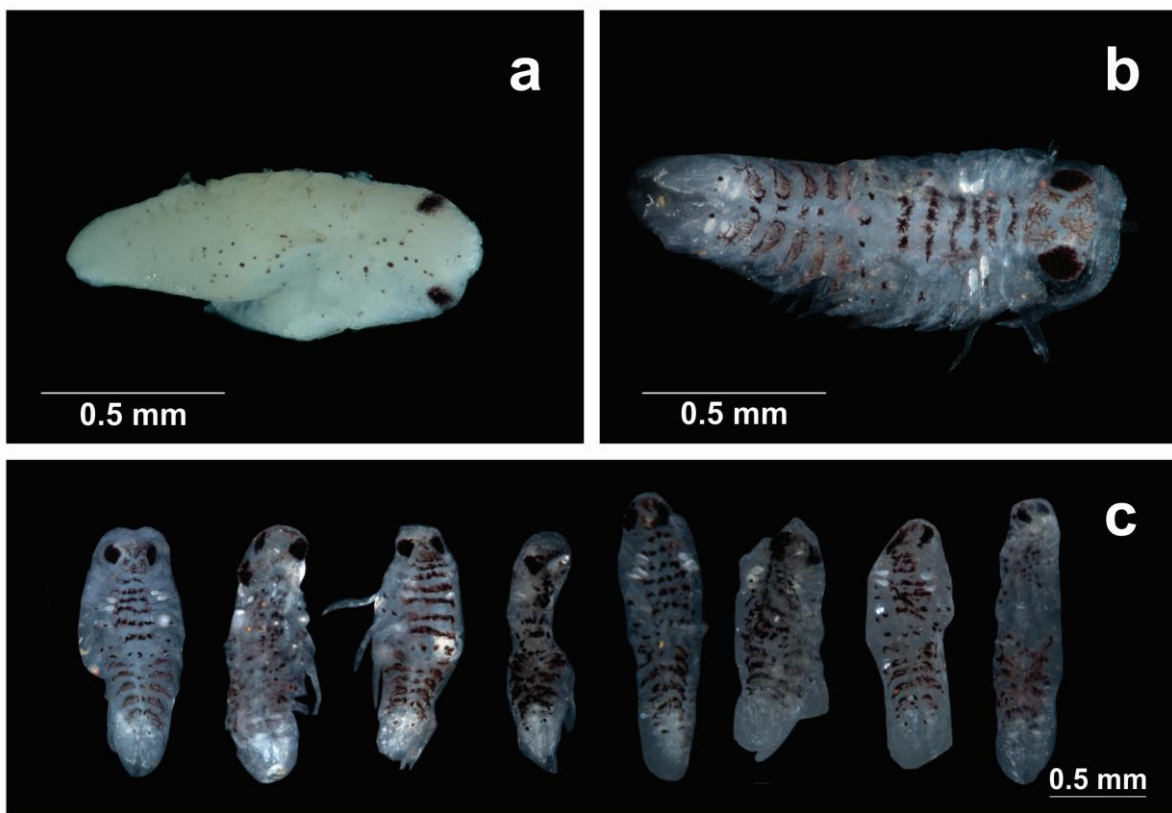


Figura 26. *Excirolana braziliensis*. Vista dorsal: a, manca estadio 1; b, manca estadio 2; c, grupo de mancas contenido en el marsupio de una hembra ovígera (ocho). Clasificación tomada de Martínez y Defeo (2006).



En la figura 27, se muestra una fotografía del segundo par de pleópodos del macho, la cual expone el estilete copulador también conocido como apéndice masculino. Dicha estructura interviene en el proceso de cópula en donde el macho utiliza los estiletes para sujetar a la hembra.

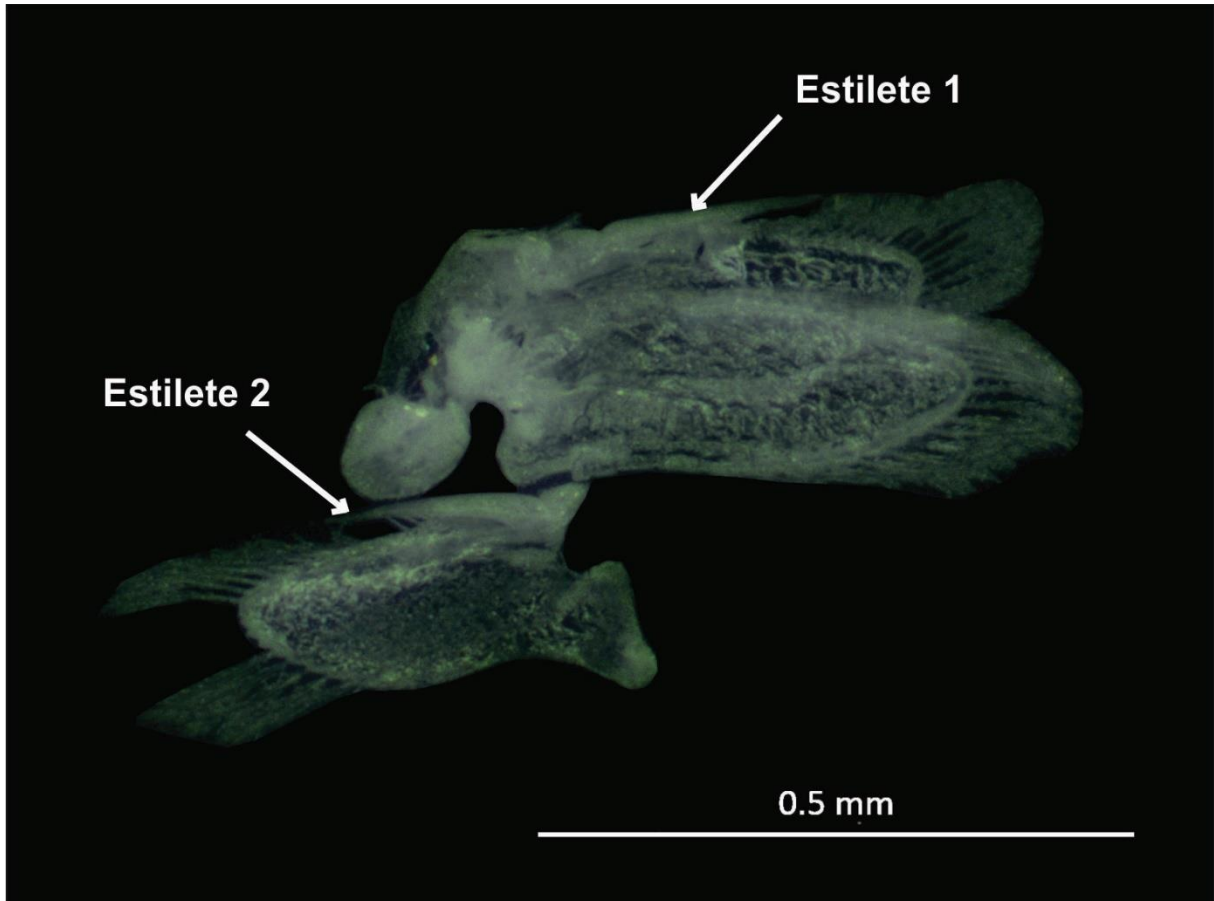


Figura 27. Segundo par de pleópodos del macho, mostrando el estilete o apéndice masculino.



DISCUSIÓN

González-Bedolla (2019), muestreó en cuatro ambientes diferentes con cuatro métodos de muestreo distintos. Dichos métodos fueron el tamizado de arena, la colecta de parches de algas, la extracción de bioconglomerado y la extracción de fragmentos de coral. Dentro de los ambientes de muestreo, abarcó dos playas arenosas y rocosas. Por ésto, encontró las siguientes 11 especies: *Cirolana parva*, *Colopisthus cavalier*, *Colopisthus parvus*, *Dynamenella acutitelson*, *Eurydice personata*, *Excirolana braziliensis*, *Exosphaeroma diminuta*, *Excorallana sexticornis*, *Excorallana tricornis*, *Joeropsis rathbunae* y *Paradella quadripunctata* para Montepío. *Carpías sp.*, *Colopisthus parvus*, *Dynamenella sp.*, *Excorallana sexticornis*, *Excorallana tricornis*, *Joeropsis rathbunae* y *Ligia baudiana* para la playa de Balzapote (siete especies) y *Cirolana parva*, *Excorallana quadricornis*, *Excorallana sexticornis*, *Excorallana tricornis*, y *Paracerceis caudata* para el arrecife La Perla del Golfo (cinco especies).

Sin embargo, en la arena solamente dominaron dos especies: *Eurydice personata* y *Excirolana braziliensis*. Todas las demás especies habitaron en las algas, corales o en el bioconglomerado. En contraposición, para el presente estudio se muestreó solamente en dos playas arenosas, con el método de muestreo del tamizado en arena por lo que únicamente encontramos a *Excirolana braziliensis* como especie absolutamente dominante.

La Red de Bibliotecas de Parques Nacionales-MITECO (s.f.), menciona que “las especies que habitan la franja supralitoral están adaptadas a condiciones ambientales sumamente extremas, ya sea por desecación o por cambios de temperatura y salinidad. Es por ello por lo que las comunidades supralitorales son pobres en especies y muy homogéneas a escala mundial”. Además, Cardoso *et al.* (2012) apuntan que “la distribución espacial a lo largo de la línea imaginaria perpendicular a la línea de costa muestra una mayor presencia de isópodos en las zonas supralitoral y litoral y de anfípodos, cumáceos y tanaidáceos mayormente distribuidos hacia la zona sublitoral”. Ésto podría explicar la dominancia de *E. braziliensis* como única especie encontrada en los muestreos para El Jicacal y Montepío.

No hay diferencias morfológicas entre hembras y machos a simple vista. Sin embargo, sí hay caracteres diagnósticos muy específicos que requieren de una inspección muy minuciosa, sobre todo en las espinas y sedas de los márgenes en pereiópodos y pleópodos. Estas características muestran diferencias morfológicas entre ambos sexos, pero no son perceptibles ni visibles a simple



vista, por lo que no podemos determinar con certeza el sexo de un ejemplar con una revisión superficial. Por ejemplo, Saynes-Bedolla (2007), identificó que en el pereiópodo 1 de los machos se cuenta con cuatro espinas en el margen inferior del mero, mientras que en el caso de las hembras se tienen ocho espinas. Además de que el margen superior distal del carpo de los machos presenta una espina y el de las hembras posee dos espinas. El margen inferior del propodio en machos tiene dos espinas, mientras que el de las hembras presenta cinco espinas.

Número de individuos

En el ensamblaje de macrocrustáceos estudiado por Rocha-Ramírez *et al.* (2016) se identificaron nueve especies. Las dos más dominantes fueron *Exciorolana* sp. y *E. braziliensis*, y los valores máximos de riqueza de especies, diversidad y densidad total se observaron durante las mareas más elevadas. Las densidades totales máximas se observaron durante la pleamar.

En las playas, los isópodos siguen patrones de distribución regidos por ritmos endógenos que controlan su capacidad natatoria. Cuando la marea es alta, el flujo del agua en la parte superior de la playa provoca que los organismos naden; cuando la marea es baja, dejan de nadar y se entierran en la arena, expresando su capacidad de respirar. (Naylor y Rejeki, 1996).

Por ejemplo, en el estudio de Sievers *et al.* (1997), ejemplares de *Ceratothoa gaudichaudii* se encontraron en mayor número en sus muestreos de noviembre, febrero y mayo (1994), coincidiendo con los meses en que se registraron las temperaturas más altas del agua (Sievers *et al.*, 1997). Por el contrario, según Angeloni-del Castillo (2003), durante la época fría, la abundancia y riqueza del macrobentos se incrementan dada una mayor concentración de materia orgánica. Sin embargo, en dicho estudio, los isópodos fueron más abundantes en el verano en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Si exceptuamos el estadio de manca, tenemos que agosto del 2021 fue el mes donde más se encontraron individuos con 95 adultos. El segundo mes con más especímenes fue octubre del 2017 con 81 incluyendo juveniles. En ese sentido podríamos coincidir con que el verano es la temporada donde más abundantes son los isópodos. Sin embargo, si consideramos a las mancas, tenemos que octubre del 2017 es el mes donde hay un mayor número de organismos con 209 y agosto es el segundo con 157. Con ello, no tenemos resultados concluyentes ya que a pesar de que agosto (verano en México) mostró la mayor cantidad de adultos, octubre (otoño en México) presentó el mayor número de ejemplares considerando a las mancas.



Lekanesphaera rugicauda muestra un patrón estacional evidente, con máximas densidades durante la primavera y principios del verano, cuando las temperaturas del agua son más altas. Por el contrario, *L. hookeri* presenta densidades extremadamente bajas, con la excepción de los periodos de precipitaciones intensas. Dicho de otro modo, la densidad de esta especie aumentaba cuando había precipitaciones. (Castañeda y Drake, 2008).

Hay que recordar que la mayoría de los isópodos de la arena se llaman así, justamente, porque viven enterrados en la arena que recibe los embates de las olas. A pesar del hábito marino, quedan expuestos intermitentemente a la desecación. Gracias a su esqueleto esclerotizado y a su cutícula con lípidos, los isópodos son capaces de reducir en mayor medida la pérdida de agua. Al ser fototácticos negativos, se apartan de la luz para buscar una zona con mayor contenido de humedad. (Hadley y Wargburg, 1986). Básicamente, si no hay humedad, se secan y mueren.

Los adultos de *E. braziliensis* y *Exciorolana chamensis*, que habitan en ambos lados del Istmo de Panamá, permanecen enterrados en la arena durante la exposición a la playa en la marea baja. Durante la marea alta, emergen a la columna de agua para alimentarse y poder atacar a sus presas, pero generalmente se liberan después de unos minutos (Lessios y Weinberg, 1994).

Algunas especies de isópodos han mostrado una alta supervivencia a condiciones extremas de cambios en la temperatura. Por ejemplo, *Coxicerberus ramosae* tolera una temperatura máxima de hasta 35 °C y una temperatura mínima de hasta 5 °C. Los análisis estadísticos mostraron que los efectos de la temperatura y la salinidad fueron significativos sobre la supervivencia, lo que confirmó la eurihalinidad y euritermia de esta especie (Albuquerque *et al.*, 2009). En contraposición, *E. braziliensis* parece tolerar un rango de entre 17.40 °C a 26.38 °C (Martínez *et al.*, 2019)

Shodipo *et al.* (2020), determinaron que los gnatíidos de la Gran Barrera de Coral y del Centro de Filipinas mostraron una rápida mortalidad cuando se mantuvieron a temperaturas de 2 a 3 °C por encima de la temperatura media estacional de la superficie del mar (32° C). Esto sugirió que los cambios ambientales en la temperatura pueden influir en la supervivencia de los gnatíidos. De manera contraria, *E. braziliensis* parece ser una especie mucho más resistente a las variaciones en la temperatura superficial del mar con el rango que Martínez *et al.* (2019) determinaron para el Océano Atlántico (17.40 °C -a 26.38 °C).

Ríos y Ramos (1990), mencionan que es más fácil recolectar organismos de *E. braziliensis* durante marea baja, ya que queda al descubierto la franja de la playa en donde normalmente se ocultan, entre los intersticios de arena.



Según Glynn *et al.* (2009), la población completa de isópodos de la arena se encuentra en la zona supralitoral. Sin embargo, demostraron que los estadios adultos están distribuidos en el margen externo de esta zona. Por el contrario, las etapas juveniles se encontraron distribuidas en el margen interno de la zona, es decir, en la cara hacia la costa.

Por otro lado, Fonseca *et al.* (2000), demostraron en su investigación que esto no es concluyente, pues no encontraron los mismos resultados, proponiendo que no hay una estratificación vertical en el patrón de zonificación. En este estudio se comprobó que no hay una diferencia significativa en la distribución de los estadios de vida. Esta especie tiene preferencia a zonas secas debido a las adaptaciones fisiológicas y morfológicas propias de la especie, las cuales comparte con el resto de la infauna carcinológica.

El género *Eurydice* se encuentra asociado principalmente a playas arenosas, esto se debe a que presentan hábitos exclusivamente intersticiales (Poore y Bruce, 2012). Sin embargo, se pueden encontrar desde la zona intermareal hasta profundidades de 34 m (Kensley y Schotte, 1989).

González-Bedolla (2019), únicamente encontró a *Eurydice personata* en sustrato arenoso intersticial en los meses de junio y agosto, correspondientes a la época de lluvias en verano. Asimismo, *E. braziliensis* fue encontrada en la zona de Los Tuxtlas únicamente en sustrato arenoso, en la época de nortes. Es decir, *E. braziliensis* es abundante en la temporada de nortes y *E. personata* lo es en la temporada de lluvias, sobre todo en junio y agosto. En el presente estudio no se tuvieron muestreos en junio o julio y el de agosto era cercano a septiembre, mes en el cual comienza la temporada de nortes.

En este estudio, *Exciorolana braziliensis* presentó 47% de manchas posiblemente porque ha adoptado tanto la estrategia R como la K. En ecología, se le llama estrategia R a la que se basa en generar un gran número de descendientes, esperando que por probabilidad sobrevivan algunos sin necesidad de dedicar tiempo y recursos a la crianza. Por el contrario, la estrategia K es aquella que se centra en generar poca progenie, pero desarrollando cuidado parental para aumentar la supervivencia y expectativa de vida de dicha descendencia. Este isópodo, al igual que la mayoría de los artrópodos, pone huevos con muchos embriones. Sin embargo, en las muestras obtenidas para esta investigación el máximo encontrado fue de 17 manchas por hembra ovígera, pero a otras latitudes se ha demostrado que esta especie presenta una fecundidad mayor.

El género *Exciorolana* comparte el carácter del marsupio, estructura que ayuda al cuidado parental de los embriones y que aumenta la probabilidad de que éstos lleguen a la etapa juvenil y



posteriormente a la adulta. El tener ambas estrategias reproductivas (R y K) podría explicar por qué las mancas son mayoritarias, al ser muchas y además tener cuidado parental se asegura que no sean depredadas a comparación de los estadios que no poseen la protección del cuidado de la hembra.

Martínez y Defeo (2006), hacen mención de que el alto rendimiento reproductivo de dicha especie (el cual excede las tasas documentadas para otros isópodos), representa que la proporción total de energía que *E. braziliensis* dedica a la reproducción, también podría ser alta en comparación con otros invertebrados. Esto se ha visto en otras especies incubadoras.

Según Cházaro-Olvera *et al.* (2017), el sesgo a favor de las hembras está comparativamente extendido en varios microcrustáceos holoplanctónicos, y suele darse por el hecho de que los machos tienen una vida más corta que las hembras. Además, Lee *et al.* (1992) han observado que las hembras tienden a congregarse en regiones donde se concentran los suministros de alimentos. Esto podría explicar por qué había más hembras que machos en el Montepío y en el conjunto de la población.

En ambientes cálidos el periodo de incubación es de aproximadamente tres meses (Zúñiga *et al.*, 1985), en comparación a los cuatro meses que se necesitan en el hemisferio sur (Defeo y Martínez, 2006). Sin embargo, el porcentaje de hembras ovígeras fue de apenas el 2% en playas tropicales (Dexter, 1977), a comparación del 15% presente en el hemisferio sur (Defeo y Martínez, 2006). Ello hace suponer que las ovígeras empiezan a incubar aproximadamente desde principios de junio a finales de julio y principios de agosto, para finalmente tener mancas entre finales de agosto hasta octubre. Es por ello por lo que probablemente en los demás meses no hubo presencia del estadio manca. Para los trópicos el porcentaje de ovígeras es muy pequeño y por ende, el número de mancas también es menor en comparación a otras regiones de su distribución.

Martínez y Defeo (2006), propusieron que la reproducción de *E. braziliensis* en el extremo sur de su área de distribución es semélpara, es decir, que las hembras producen una puesta durante la temporada reproductiva, agotan sus reservas de energía durante la incubación y mueren al final de la temporada reproductiva. Con lo anterior y sabiendo que la mayoría de las especies de isópodos viven alrededor de un año (Somma, 2021), podríamos inferir que solo se tiene una puesta por año, la cual se vería reflejada en la eclosión hasta agosto-octubre. Es por esto que solo se tienen mancas en los muestreos de dichos meses, ya que es posible que en los meses anteriores no haya puestas ni eclosiones. Mencionan también que el estadio juvenil sigue un patrón intraanual en el hemisferio sur (Uruguay), donde los juveniles se encontraron principalmente entre enero y marzo. Dichas



muestras tomadas en enero y febrero (verano austral) tuvieron una biomasa de juveniles significativamente más alta que las de los meses restantes. Sin embargo, en el presente estudio solo se encontraron juveniles en el mes de octubre (otoño en el hemisferio boreal). Por lo cual, no tenemos patrones concluyentes que relacionen la temperatura de la superficie del mar con la presencia de juveniles para las playas de Los Tuxtlas.

Por otro lado, estos mismos autores han encontrado que los isópodos en latitudes más altas retrasan la madurez y asignan más recursos al crecimiento somático. Reportaron tamaños corporales más grandes y mayor fecundidad, en temperaturas de la superficie del mar menos cálidas. Es una hipótesis que en aguas más cálidas (como Veracruz) la madurez sea más rápida y las tallas de los individuos más pequeñas, aunque se tenga una menor fecundidad. Esta madurez acelerada podría explicar por qué los estadios juveniles son poco abundantes o por lo menos, lo suficientemente efímeros como para no ser detectados en las recolectas.

Otro factor para discutir sería la zona de muestreo. Dexter (2009), estudió una población intermareal de *E. braziliensis* en la isla de Naos, Panamá, encontrando que los adultos están presentes solo en el nivel de marea más alto (franja supralitoral) y que los juveniles se distribuyen a lo largo de todos los niveles de marea siendo aproximadamente el 70% de la población.

En el presente estudio, los únicos muestreos donde se encontró el estadio juvenil fueron realizados en la playa de Montepío. A diferencia de El Jicacal, en Montepío no era muy evidente la franja supralitoral ya que la pendiente era más pronunciada. No había residuos de hojas o de ramas que indicasen con exactitud hasta donde llegaba la franja supralitoral, por lo que en el muestreo se tomaron palazos a lo largo de todas las franjas, desde la infralitoral hasta la supralitoral (zona donde de igual manera encontramos una mayor cantidad de individuos). En playa Montepío se tomaron muestras en todos los niveles de marea. Esto último probablemente influyó en que se encontraran organismos juveniles tal como menciona Dexter (2009).

Los muestreos realizados en El Jicacal se concentraron solamente en la franja supralitoral ya que fue la única franja donde se encontraron individuos. En las demás franjas no se encontró ningún individuo y eso explicaría por qué al no tener individuos en la zona donde se menciona que se encuentran los juveniles, éstos no se ven representados en el muestreo.

Martínez y Defeo (2006), reportaron en las costas de Uruguay que la actividad reproductiva de *E. braziliensis* se concentró en una temporada estrecha comprendida entre diciembre y marzo (verano austral), que constituyen los meses más cálidos (rango de temperatura: 17–23 °C). Durante



este período, $14,96 \pm 1,82\%$ de las hembras se encontraron grávidas y la biomasa de las hembras ovígeras alcanzó su punto máximo en enero, pero no se observaron diferencias significativas entre los meses en que se encontraron hembras grávidas.

Estructura por tallas

En la tabla 5, se muestran los tamaños promedio (largo total), de madurez sexual y máximos para machos y hembras de *E. braziliensis*, registrados en la literatura y en el presente estudio. El valor promedio más alto para los machos se tiene registrado en Chile con 11.39 mm y el más bajo en Los Tuxtlas, Veracruz con 3.5 mm. El único dato de madurez sexual se tiene en Prainha, Brasil con 6.9 mm. En cuanto a los valores máximos se tiene que el más elevado se encuentra en Grumari, Brasil con 10 mm y el más bajo en Los Tuxtlas con 5.39 mm.

En cuanto a las hembras se ha encontrado que el valor promedio más alto se registra en Chile con 14.16 mm y el más bajo en Los Tuxtlas, Veracruz con 3.62 mm. Asimismo, el valor más alto encontrado para la madurez sexual es de 9.88 mm en Arachania, Uruguay. Finalmente, el valor máximo más elevado se registra en Antofagasta, Chile con 12.8 mm y el más bajo en Los Tuxtlas, Veracruz, con 5.45 mm.

Tabla 5. Tamaños promedio, de madurez sexual y máximos para hembras y machos de *E. braziliensis* obtenidos en la literatura y en el presente estudio. BR: Brasil, CH: Chile, EU: Estados Unidos, MX: México, UR: Uruguay.

♂ Machos			♀ Hembras			Autor y año
Promedio	Madurez sexual	Valor máximo	Promedio	Madurez sexual	Valor máximo	
					Antofagasta, CH. 12.8 mm	Zúñiga <i>et al.</i> (1985)
	Prainha, BR. 6.9 mm			Prainha, BR. 6.9 mm		Fonseca <i>et al.</i> (2000)
			Arachania, UR. 7.6 mm a 11.5 mm (ovígeras)	Arachania, UR. 9.88 mm		Martínez y Defeo (2006)



	Alvorada, BR. 8.82 mm		Alvorada, BR. 8.94 mm	Gomes-Veloso <i>et al.</i> (2010)
	Reserva, BR. 8.50 mm		Reserva, BR. 9.22 mm	
	Recreio, BR. 8.41 mm		Recreio, BR. 8.60 mm	
	Grumari, BR. 10 mm		Grumari, BR. 10 mm	
	Marambaia, BR. 9 mm		Marambaia, BR. 10 mm	
California, EU y Chile 11.39 mm		California, EU y Chile 14.16 mm		Jaramillo <i>et al.</i> (2017)
El Jicacal y Montepío, MX. 3.5 mm	El Jicacal y Montepío, MX. 5.39 mm	El Jicacal y Montepío, MX. 3.62 mm	El Jicacal y Montepío, MX. 5.45 mm	Presente estudio

Se han realizado mediciones de la longitud total de *E. braziliensis* en al menos cinco estudios. De dichos trabajos se obtuvieron los siguientes resultados: un máximo de 12.8 mm en ovígeras en Antofagasta, Chile (Zúñiga *et al.*, 1985), el tamaño promedio de madurez sexual fue de 6.9 mm para ambos sexos en Rio de Janeiro, Brasil (Fonseca *et al.*, 2000), un rango de 7.6 mm a 11.5 mm en ovígeras de Uruguay (Martínez y Defeo, 2006), valores máximos de machos en 8.82 mm (Alvorada), 8.50 mm (Reserva), 8.41 (Recreio), 10 mm (Grumari), 9 mm (Marambaia) y valores máximos de hembras en 8.94 mm (Alvorada), 9.22 mm (Reserva), 8.60 (Recreio), 10 mm (Grumari) y 10 mm (Marambaia) en diferentes playas de Brasil (Gomes-Veloso *et al.*, 2010) y finalmente, un promedio de machos en 11.39 mm y de hembras en 14.16 mm para costas de Chile y California, EU (Jaramillo *et al.*, 2017).

El valor máximo de LT en ovígeras de Chile fue de 12.8 mm y en Uruguay se tiene un rango de 7.6 mm a 11.5 mm en contraposición al valor máximo de 4.75 y al rango de 3.74 mm a 4.75 mm en Veracruz. El valor máximo de LT para machos en Los Tuxtlas fue de 5.39 mm, tamaño considerablemente menor a los máximos de entre 8.41 mm a 10 mm que registran las playas del



sur de Brasil. Por otra parte, el valor máximo de LT para hembras en Los Tuxtlas es de 5.45 mm, tamaño igualmente menor a los máximos de entre 8.60 mm y 10 mm que se han observado en las playas del sur brasileño. Asimismo, el promedio de LT para machos y hembras de Montepío y El Jicacal fue de 3.50 mm y 3.62 mm respectivamente. En comparación contra los promedios de 11.39 mm y 14.16 mm de las costas de Chile y California, podemos observar claramente que los individuos del sur de Veracruz son de menor tamaño.

Martínez *et al.* (2019), encontraron que, en el Océano Atlántico, *E. braziliensis* presenta tallas menores en aguas superficiales más cálidas y tallas mayores en aguas superficiales menos cálidas. La longitud media máxima se encontró en Uruguay (límite sureño de la distribución de la especie) con 12.5 mm a 17.40 °C y la longitud media mínima se encontró en Progreso, Yucatán, México con 3.76 mm a 26.38° C.

Los valores máximos de longitud total para machos y hembras en Montepío y El Jicacal, Veracruz son de 5.39 mm y 5.45 mm respectivamente y los valores promedio de LT para machos y hembras son de 3.50 mm y 3.62 mm respectivamente. El valor máximo para una hembra ovígera fue de 4.75 mm. La longitud media de la población (incluyendo mancas) fue de 2.62 mm, por lo que podemos inferir que las poblaciones de Los Tuxtlas obedecen a disminuir su tamaño al encontrarse en aguas cálidas similares a las de la península de Yucatán. Comparando esto con los valores obtenidos para otras regiones del continente como la Isla de Naos, Panamá con 2.96 mm de promedio, tenemos que los ejemplares de Veracruz son los más pequeños reportados hasta ahora. La similitud entre el número de hembras ovígeras encontradas para las playas de Montepío (11) y El Jicacal (12) coincide con lo reportado por Contreras *et al.* (2003), quienes no encontraron diferencias significativas entre la abundancia de ovígeras de dos playas en Chile (Calfuco y Mehuín).

En cuanto a la comparación con otras especies del género *Excirrolana sp.* y de otros integrantes de la familia Cirolanidae tenemos diferencias notables en los tamaños. Por ejemplo, Kaneko y Omori (2005), registraron un rango de LT para *E. chiltoni* que va de 7.7 mm hasta 12.9 mm en el sudoeste de Japón. Dicho rango es mayor incluso que el valor máximo de LT de 5.45 mm para *E. braziliensis* en Los Tuxtlas, Veracruz. En el caso de *Creaseriella anops*, la diferencia es aún más pronunciada, ya que ésta presentó un máximo de LT de 24.5 mm en la península de Yucatán contra el máximo de 5.45 mm de *E. braziliensis* en Montepío y El Jicacal, Veracruz.



Análisis estadístico y correlaciones

En el presente estudio obtuvimos que el promedio del tamaño total no presentó diferencias significativas entre hembras y machos, tanto en la población total como en las playas de El Jicacal y Montepío. Ello coincide con lo reportado por Contreras *et al.* (2003), quienes determinaron que, para poblaciones de Chile, los tamaños corporales de machos y hembras no presentan diferencias significativas. A pesar de que los tamaños promedio de las poblaciones australes y tropicales muestran diferencias, comparten el hecho de que ambos sexos muestran tamaños similares.

Por otro lado, obtuvimos una correlación positiva en donde a mayor largo total, mayor era el largo del pleotelson. La explicación de esta tendencia radica en el crecimiento isométrico, en el cual las proporciones del organismo permanecen relativamente iguales desde las etapas juveniles hasta las etapas maduras. Múltiples especies de crustáceos presentan dicho tipo de crecimiento en al menos uno de sus estadios embrionarios. Román-Contreras y Campos-Lince (1993), encontraron que la tendencia isométrica del crecimiento en *Macrobrachium acanthurus* se apoya en la linealidad de la relación entre la longitud total y la longitud del cefalotórax. Dicho resultado implica que la porción anterior del organismo se mantiene proporcional a lo largo del crecimiento. El mismo principio se mantiene para *E. braziliensis* donde, sin importar el estadio de desarrollo o sexo, la longitud del pleotelson se mantiene proporcional a mayor longitud total.

En cuanto al número de mancás respecto del tamaño total de la hembra ovígera concluimos que a mayor largo o ancho total de la hembra ovígera, hay una mayor cantidad de mancás en el marsupio. Este resultado se asemeja al evaluado por Martínez y Defeo (2006), en donde se encontró que, a mayor longitud de la ovígera, mayor era la producción reproductiva (masa seca de embriones/ masa seca de hembras). Lógicamente, al presentar un largo y ancho mayor, hay una mayor probabilidad de alojar una cantidad mayor de embriones en el marsupio. Asimismo, dicho resultado coincide con lo reportado por Petracco *et al.* (2010), quienes encontraron que la fecundidad depende significativamente de la longitud de la hembra.

Proporción sexual

González-Bedolla (2019) encontró una proporción sexual de 1:4 para *Excirrolana braziliensis* en donde por cada macho se pueden encontrar aproximadamente cuatro hembras. Sin embargo, esto puede deberse a múltiples factores como por ejemplo un sesgo de colecta ya que las hembras tienden a concentrarse en los lugares con mayor concentración de alimento. (Lee *et al.* 1992).



La proporción de sexos obtenida para la población total (0.711:1) y para playa Montepío (0.32:1) concuerda con lo reportado por González-Bedolla (2019), quien encontró una proporción de sexos favorable a las hembras en el municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. Por el contrario, la proporción sexual para El Jicacal presentó una mayor cantidad de machos que de hembras (1.18:1) aunque dicha proporción no mostró diferencias significativas entre ambos sexos.

Número de huevos por hembra ovígera

Martínez y Defeo (2006), encontraron que *E. braziliensis* no presentó embriones de abril a noviembre, cuando la temperatura del agua era menor a 17 °C. Los períodos de reproducción y reclutamiento de *E. braziliensis* en el límite de su área de distribución, se concentraron por completo durante los meses más cálidos del año. La reproducción comenzó en noviembre, cuando aparecieron por primera vez, hembras con oostegitas debido a la "muda ovígera" y terminó en marzo. Esta estrecha temporada reproductiva contrasta con la actividad reproductiva continua de esta especie que se encuentra en ambientes tropicales (Dexter 1977), y subtropicales (Caetano *et al.*, 2006).

La temperatura podría ser un factor crítico que controle el ciclo reproductivo de *E. braziliensis*, siendo un valor cercano a los 15 °C un umbral que desencadena los procesos de gametogénesis y muda. Martínez y Defeo (2006) detectaron a las hembras ovígeras por primera vez en diciembre y a los juveniles en enero, evidenciando un período de incubación más corto (un mes) que en ambientes más cálidos. El alto porcentaje de hembras grávidas durante la temporada reproductiva de cuatro meses (aproximadamente el 15% por mes) excedió en gran medida al observado en las playas tropicales, aproximadamente del 2% (Dexter 1977). Es decir, en trópicos como Veracruz no son tan marcados los estadios reproductivos y el porcentaje de ovígeras fue pequeño (3.8%). El bajo porcentaje de ovígeras es similar al 2% de hembras grávidas que Dexter (1977) encontró en otra zona tropical como lo es Panamá.

Estas diferencias en el porcentaje de hembras ovígeras entre el límite austral (Uruguay) y la zona tropical (México y Panamá) podría deberse a que *E. braziliensis* adopta estrategias de supervivencia diferentes en ambientes extremos como los del polo sur. Martínez y Defeo (2006) sugirieron que *E. braziliensis* en el extremo sur de su área de distribución contrarresta su estrecho período reproductivo (restringido por las bajas temperaturas del agua) con un corto período de incubación, tamaños individuales maduros más grandes de hembras y embriones, mayor fecundidad y un mayor porcentaje de hembras ovígeras que en las poblaciones subtropicales y



tropicales. Allí radica la posible respuesta al porqué en las playas veracruzanas el número de hembras ovígeras es tan pequeño respecto a la población total (3.87%).

En la tabla 6, se muestran el promedio de mancas por ovígera y el rango de embriones por ovígera para *E. braziliensis* registrados en la literatura y el presente estudio. El promedio máximo de mancas por ovígera se tiene registrado para Alvorada, Brasil con 13.79 mancas por hembra ovígera, el promedio mínimo se ha encontrado en El Jicacal, Veracruz con 12.08 mancas por hembra ovígera.

En cuanto a los rangos de mancas por hembra ovígera se ha observado que el límite máximo se presenta en Arachania, Uruguay, con 42 mancas por ovígera. En contraposición, se registró el límite mínimo en la Isla de Naos, Panamá, con cuatro mancas por hembra ovígera. Las playas de Los Tuxtlas presentaron un rango de siete a 17 mancas por hembra ovígera, asemejándose al rango de cuatro a 17 mancas por ovígera encontrado en Panamá.

Tabla 6. Promedio de embriones o mancas por ovígera y rango de embriones por ovígera de *E. braziliensis* obtenidos en la literatura y en el presente estudio. BR: Brasil, CH: Chile, MX: México, PA: Panamá.

Promedio de embriones por ovígera	Rango de embriones por ovígera	Autor y año
	Antofagasta, CH. 10 a 27	Zúñiga <i>et al.</i> (1985)
Praíha, BR. 13		Fonseca <i>et al.</i> (2000)
	Arachania, UR. 7 a 42	Martínez y Defeo (2006)
	Isla de Naos, PA. 4 a 17	Dexter (2009)
Alvorada, BR. 13.79		Gomes-Veloso <i>et al.</i> (2010)
Reserva, BR. 13.32		
Recreio, BR. 13		
Grumari, BR. 11.13		
Marambaia, BR. 11.99		
El Jicacal, MX. 12.08	El Jicacal y Montepío, MX. 7 a 17	Presente estudio
Montepío, MX. 12.27		
El Jicacal y Montepío, MX.		



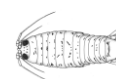
Al menos se han determinado en cinco ocasiones el número de huevos o embriones por hembra ovígera en *E. braziliensis*, teniendo los siguientes datos y localidades: de 10 a 27 embriones en Antofagasta, Chile (Zúñiga *et al.*, 1985), 13 embriones en promedio en Prainha, Brasil (Fonseca *et al.*, 2000), de siete a 42 embriones en Uruguay (Martínez y Defeo, 2006), de cuatro a 17 embriones en Isla de Naos, Panamá (Dexter, 2009) y un promedio de 13.79 en Alvorada, 13.32 en Reserva, 13 en Recreio, 11.13 en Grumari y 11.99 en Marambaia, Brasil (Gomes-Veloso *et al.*, 2010).

Comparando dichos estudios con los resultados obtenidos para Montepío y El Jicacal, Veracruz, tenemos que el promedio de mancas por ovígera (12.1) es cercano o similar al obtenido en diferentes playas aledañas a Rio de Janeiro, Brasil (13 en Prainha, 13.79 en Alvorada, 13.32 en Reserva, 13 en Recreio, 11.13 en Grumari y 11.99 en Marambaia). Asimismo, el rango de mancas por ovígera que se presentó en las playas veracruzanas (siete a 17) fue casi idéntico al encontrado en la Isla de Naos, Panamá (cuatro a 17).

Por el contrario, los datos hallados en las localidades del Cono Sur (Antofagasta, Chile y Uruguay) distan mucho por lo menos en el valor máximo de mancas por ovígera. Montepío y El Jicacal presentaron un máximo de 17 mancas por ovígera, mientras que Antofagasta posee un máximo de 27 y en Uruguay se encontró un máximo de 42. Sin embargo, los valores mínimos no se distancian tanto con 10 mancas por ovígera en Chile y siete en Uruguay. Este último coincide exactamente con el mínimo de siete que presentan las playas del sur de Veracruz.

En cuanto a la comparación con otras especies del mismo género o familia, tenemos similitudes y discordancias. En el caso de *Excirolana armata* en Sao Paulo, Brasil tenemos un rango de dos a 18 mancas por ovígera, muy similar al encontrado en la región de Los Tuxtlas para *E. braziliensis*.

Para *Excirolana chiltoni* en el sudoeste japonés y la Bahía de Sendai se observa que el rango va de 11-17 a 59-68 embriones por ovígera. Dicho resultado difiere ampliamente del encontrado en Veracruz ya que mientras que en Japón el valor mínimo es de 11 a 17 embriones por hembra, en Montepío y El Jicacal el valor máximo fue de 17 mancas por ovígera. En el caso de *Anopsiliana oaxaca* (otra especie de cirolánido) en la Laguna de Coyuca, Guerrero, también encontramos diferencias muy notables ya que el valor mínimo de embriones por ovígera fue de 12, valor casi idéntico al promedio de *E. braziliensis* en Veracruz (12). Además, el máximo de *A. oaxaca* fue de 77 embriones en contraposición al máximo de 17 de *E. braziliensis*.



La tasa de desarrollo y el grado de supervivencia de los huevos de *A. aquaticus* fuera del marsupio de las hembras ovígeras se ven afectados por la calidad y la temperatura del agua. Las tasas de desarrollo aumentaron con el aumento de la temperatura, pero la supervivencia disminuyó. La tasa de desarrollo de los huevos de sitios limpios aumentó significativamente en agua a 10-25 °C, posiblemente como respuesta al estrés que se les impuso (Holdich y Tolba, 1981). *Exciorolana braziliensis* podría comportarse de forma similar aunado a lo que encontraron Martínez *et al.* (2019), es decir, la temperatura juega un rol importante en el desarrollo de huevos y embriones.

Registro fotográfico

González-Bedolla (2019) describió que en *E. braziliensis*, el pereión de los adultos consta de siete somitas bien diferenciadas. Haciendo uso de dicho caracter logramos discernir a los individuos maduros de los juveniles ya que éstos últimos solamente presentan seis somitas diferenciadas. En las figuras 26a, 26b, 26e y 26f fotografiamos las siete somitas tanto en machos como en hembras. Además, en las figuras 26g y 26h capturamos el surco en forma de M que se presenta en el pleotelson, dicho surco es característico de la especie estudiada.

Asimismo, González-Bedolla (2019), mencionó que en el género *Exciorolana sp.*, el apéndice masculino (o estilete copulador) está articulado en la base o en el medio del margen interno del endópodo del segundo pleópodo. Retomando dicha información se logró sexar a los individuos masculinos haciendo una minuciosa inspección en el segundo pleópodo y se consiguió llevar a cabo el registro fotográfico de dicho carácter. En todos los casos (121 machos), el estilete estuvo situado en el margen interno del endópodo como se muestra en la figura 28.

Por otro lado, Martínez y Defeo (2006), describieron e identificaron cuatro estadios embrionarios del desarrollo en *E. braziliensis*. Los huevos fecundados ovoides con un color amarillo uniforme constituyen el primer estadio (Fig. 28a). La membrana del huevo se rompe en este punto, liberando el embrión del segundo estadio. Sin embargo, en este trabajo no se encontró ningún ejemplar en esta etapa.

Debido a que la membrana embrionaria mantiene a los embriones muy juntos, el segundo estadio, conocido como nauplio, es más grande y alargado, aunque sigue siendo curvo. Las regiones cefálica, torácica y abdominal de los embriones se distinguen debido al avance de la diferenciación morfológica. A pesar de ello, la yema se limita sobre todo a la zona torácica. La pigmentación de los ojos ha iniciado, y los apéndices abdominales se muestran birrámeos. (Fig. 28b) (Martínez y Defeo,



2006). De igual manera que en la etapa uno, no se encontraron nauplios en los muestreos de esta investigación.

La cutícula del embrión se abre entre el segundo y el tercer estadio, lo que permite al embrión flexionar su cuerpo y dar lugar al estadio de premanca. Se observan los apéndices completamente segmentados, apoyados sobre el cuerpo y mostrando minúsculos precursores de setas que emergen de la superficie cuticular. Los tergitos dorsales están completamente segmentados. Parece que la coloración de los ojos es totalmente negra. (Fig. 28c). En contraposición, la premanca o manca estadio 1 colectada en este estudio muestra diferencias anatómicas sustanciales ya que la segmentación del abdomen y las terguitas no es tan evidente, no posee apéndices y los ojos aún no se desarrollan completamente ni se muestran uniformemente negros aunado a que presenta cromatóforos (Martínez y Defeo, 2006).

Es probable que el ejemplar identificado como premanca en este estudio no lo sea en estricto y que más bien sea una etapa intermedia entre el nauplio y la premanca ya que no presentó características distintivas de la manca estadio 1 como lo es la segmentación. Esto tendría que ver con que las etapas del ciclo de vida evolucionan rápidamente y es por ello por lo que es muy poco probable encontrar especímenes en las etapas 2 y 3 (Martínez y Defeo, 2006). Del total de mancass recolectadas en ambas playas (280), solamente dos fueron caracterizadas como premanca o similares, es decir, un 0.71% de las mancass o 0.33% de la población total.

Por último, Martínez y Defeo (2006) encontraron la etapa de manca, la cual fue indistinguible de los primeros juveniles que recolectaron en el campo. En este punto, las setas ya son visibles, el material vitelino ha desaparecido y la superficie dorsal está repleta de cromatóforos estrellados negros. (Fig. 28d). En este caso, las características concuerdan completamente con los organismos que se han catalogado como manca estadio 2, ya que estos muestran desarrollo completo de los ojos, aparición de apéndices y es evidente la segmentación del cuerpo, además de los cromatóforos con forma de estrella distribuidos por todos los segmentos. Del total de mancass (280), 278 fueron manca estadio 2, es decir, 99.2% de las mancass o 46.8% de la población total. El alto porcentaje de mancass estadio 2 en la población podría explicarse gracias a la estrategia que según Martínez y Defeo (2006), toman las poblaciones tropicales de *E. braziliensis*. A diferencia de las poblaciones australes que se ven limitadas por un corto periodo de reproducción, las poblaciones tropicales pueden tener ciclos reproductivos a lo largo del año de manera continua. Con esto último



sumado al hecho de que los artrópodos generalmente apuestan por una estrategia tipo r, podemos explicar por qué las mancas son dominantes en la región de Los Tuxtlas sin importar la temporada.

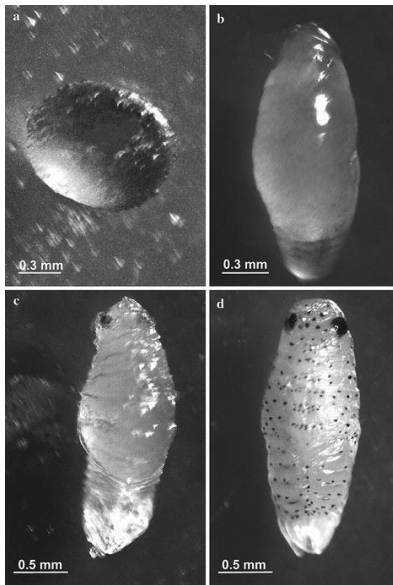


Figura 28. *Excirolana braziliensis*. Diferentes etapas del desarrollo embriológico: a, Etapa 1: huevo; b, Etapa 2: nauplio; c, Etapa 3: pre-manca; d, Etapa 4: manca. (Tomado de Martínez y Defeo, 2006).



CONCLUSIONES

- Se encontró un total de 593 individuos: 20.404 % machos, 29.005 % hembras, 3.372 % juveniles y 47.21 % mancás.
- En El Jicacal se encontraron 311 organismos y en Montepío 282
- Los machos siempre fueron más abundantes que las hembras en el Jicacal.
- En el Jicacal solo se obtuvieron mancás en agosto y octubre de 2021. No se encontró ningún organismo juvenil.
- En Montepío se encontraron más hembras que machos. Solo se encontraron juveniles en octubre de 2017 y de 2021. Solo se encontraron mancás en octubre de 2017 y mayo de 2022.
- La estructura por tallas (Largo total) encontrada fue: Machos, mínimo de 2.34 mm, máximo de 5.39 mm y media de 3.50 mm. Hembras, mínimo de 1.85 mm, máximo de 5.45 mm y media de 3.62 mm. Juveniles, mínimo de 2.29 mm, máximo de 3.23 mm y media de 2.77 mm. Mancás, mínimo de 0.9 mm, máximo de 1.6 mm y media de 1.28 mm. Población total, mínimo de 1.85 mm, máximo de 5.45 mm y media de 3.57 mm.
- La prueba t de Student arrojó que el promedio de tamaño total no presenta diferencias significativas entre hembras y machos tanto en la población total como en El Jicacal y en Montepío.
- La correlación existente entre largo del pleotelson respecto del largo total reveló que a mayor largo total tenemos un mayor largo del pleotelson sin importar sexo o estadio de desarrollo.
- Se obtuvo un total de 280 mancás. El intervalo del número de mancás por hembra ovígera fue de siete a 17, con una media de 12 mancás por ovígera.
- La correlación existente entre el número de mancás respecto del largo o ancho total de la ovígera reveló que a mayor largo o ancho total tenemos una mayor cantidad de mancás.
- Los estadios que presentaron las mancás fueron: manca 1 (premanca) y manca 2
- La proporción sexual para la población total fue de (0.711 M :1 H) y para Montepío fue de (0.32 M :1 H), encontrando diferencias significativas. Para El Jicacal fue de (1.18 M :1 H), sin diferencias significativas.



LITERATURA CITADA

- Ahyong, S. T., J. Lowry, M. Alonso, R. N. Bamer, G. A. Boxshall, P. Castro, S. Gerken, G. S. Karaman, J. W. Goy, D. S. Jones, K. Meland, D. Rodgers y J. Svavarsson. 2011. Subphylum Crustacea Brunnich, 1772 (165-191p.). *En*: Z.Q. Zhang, (Ed.). Animal biodiversity: An Outline of a Higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, **3148**: 1-237.
- Albuquerque, E. A., B. Meurer, G. N. Godofredo-da Camara. 2009. Effects of temperature and salinity on the survival rates of *Coxicerberus ramosae* (Albuquerque, 1978), an interstitial isopod of a Sandy Beach on the coast of Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **52**: 5.
- Angeloni-del Castillo, P. E. 2003. Impacto del uso recreativo sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la Bahía de La Paz. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR, La Paz, B.C.S., México. 95 pp.
- Barrientos, J. A. 2004. Curso Práctico de Entomología. Barcelona, España: *Servei de Publicacions - Universitat Autònoma de Barcelona*. 933 pp.
- Beck, H., N. E. Zimmermann, T. McVicar y N. Vergopolan. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data Nature Research*, **5**(1): 180214.
- Biodiversidad Mexicana. 2022. ¿Qué son las especies?. Enero 24, 2024 de Biodiversidad Mexicana. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/queson>
- Biodiversidad Mexicana. 2022. Playas de arena y rocosas. Enero 24, 2024 de Biodiversidad Mexicana. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/playas>
- Boas, J. E. V. 1883. Studien über die Verwandtschafts-beziehungen der Malakostraken. *Morphol*, **8**: 485–579.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2005. Invertebrados (2ª ed.). McGraw-Hill. Interamericana. 1005 pp.
- Butler, T. H. 1980. Shrimps of the Pacific Coast of Canada. Department of Fisheries and Oceans, Ottawa, *Bulletin 202*, 280 pp.
- Cabrales, F. A. S. 2017. Estudio poblacional de *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) (Echinodermata: Echinoidea: Mellitidae) en la playa arenosa El Jicacal, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 20 pp.



- Cárdenas-Quezada, D. I. 2019. Estructura poblacional y variación estacional del género *Aplysia* (Mollusca:Gastropoda) en las playas de Montepío y El Jicacal, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.
- Cardoso, R. S., G. Mattos, C. H. S. Caetano, T. M. B. Cabrini, L. B. Galhardo y F. Meireis. 2012. Effects of environmental gradients on sandy beach macrofauna of a semi-enclosed bay. *Marine Ecology*, **33**: 106-116.
- Carvacho, A. 1977. Isópodos intertidales des cotes du centre et du nord du Chili. *Crustaceana*, **32** (1): 27-44.
- Carvacho, A. y Y. Haasmann. 1984. Isópodos litorales de Oaxaca, Pacífico mexicano. *Cahiers de Biologie Marine*, **25**: 15-32.
- Castañeda, E. y P. Drake. 2008. Spatiotemporal distribution of *Lekanesphaera* species in relation to estuarine gradients within a temperate European estuary (SW Spain) with regulated freshwater inflow. *Ciencias Marinas*, **34**(2): 125–141.
- Castelló-Escandell, J. 2004. Isópodos. En: Curso práctico de Entomología. Barcelona, España: *Servei de publicacions. Universitat Autònoma de Barcelona*. pág. 393-403.
- Cházaro-Olvera, S., M. Ortiz, I. Winfield, J.A. Pérez-Ramos y C. Meiners-Mandujano. 2017. Distribución, densidad, proporción sexual y fecundidad de *Belzebub faxoni* (Decapoda, Luciferidae) en el Sistema Arrecifal Veracruzano, SO del Golfo de México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, **52** (3): 467-478
- Centro de Investigaciones Medioambientales (CIMA). 2019. Las batimetrías y su importancia. Enero 22, 2024 de Centro de Investigaciones Medioambientales (CIMA). Recuperado de <https://cimacanarias.com/2019/02/01/las-batimetrías-y-su-importancia/>
- Club D'Immersion Biologia. 2005. Glosario Crustaci. Enero 22, 2024 de Facultat de Biologia (Universidad de Barcelona). Recuperado de https://www.cibsub.cat/bioespecie_es-crustaci-55365#:~:text=Ant%C3%A9nula%3A%20Es%20un%20ap%C3%A9ndice%20sensorial,la%20regi%C3%B3n%20de%20la%20cabeza).
- Contreras, H., E. Jaramillo, C. Duarte y A. McLachlan. 2003. Population abundances, growth and natural mortality of the crustacean macroinfauna at two sand beach morphodynamic types in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, **76**: 543-561.



- Dexter, D. 1974. Sandy-beach fauna of the Pacific and Atlantic coasts of Costa Rica and Colombia. *Revista de Biología Tropical*, **22**:51–66.
- Dexter, D. 1976. The sandy-beach fauna of Mexico. *The Southwestern Naturalist*, **20**: 479–485.
- Dexter, D. 1977. Natural history of the Pan-American sand beach isopod *Exciorolana braziliensis* (Crustacea: Malacostraca). *Journal of Zoology*, **183**: 103-109.
- Dexter, D. 2009. Natural history of the Pan-American sand beach isopod *Exciorolana braziliensis* (Crustacea: Malacostraca). *Journal of Zoology*, **183**(1):103 – 109. DOI:10.1111/j.1469-7998.1977.tb04175.x
- Durán, B., y F. Álvarez. 2021. La cochinilla *Creaseriella anops* (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) de las cuevas anquihalinas de Yucatán, México ¿Existen patrones de variación en la talla?. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **92**, e923925. Epub 29 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3925>
- Espinosa-Pérez, M. C. 1999. Taxonomía y afinidades biogeográficas de los isópodos (Crustacea: Peracarida: Isopoda) del Pacífico mexicano. Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrados Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. 243 pp.
- European Environment Agency (EEA). 2023. An introduction to habitats. Enero 24, 2024 de European Environment Agency (EEA). Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/biodiversity/an-introduction-to-habitats#:~:text=The%20term%20E%20%9Chabitat%20%9D%20has%20several,together%20with%20their%20abiotic%20environment.>
- Facultad de Biología UCM. s.f. Aula Virtual de Prácticas De Entomología Ambiental y Aplicada-Glosario. Enero 24, 2022 de Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://web.bioucm.es/cont/ea/glosario.php>
- Fonseca, D. B., V. G. Veloso y R. S. Cardoso. 2000. Growth, mortality, and reproduction of *Exciorolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda, Cirolanidae) on the Prainha beach, Rio de Janeiro, Brazil. *Crustaceana*, **73**:535–545.
- García, L. 2015. Orden Isopoda: Suborden Oniscidea. *Revista IDE@ - SEA*, **78**: 1–12.
- Glynn, P. W., D. M. Dexter y T. Bowmann. 2009. *Exciorolana braziliensis*, a Pan-American sand beach isopod: Taxonomic status, zonation, and distribution. *Journal of Zoology*, **175**(4):509 – 521. DOI:10.1111/j.1469-7998.1975.tb01414.x



- Gomes-Veloso, V., G. Neves y L. de Almeida-Capper. 2011. Sensitivity of a cirolanid isopod to human pressure. *Ecological Indicators*, **11**(3):782-788. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.10.004>.
- González-Bedolla, J. 2019. Revisión taxonómica de isópodos (Crustacea: Peracarida) en las playas de Montepío y Balzapote, así como del Arrecife la Perla del Golfo, región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 148 pp.
- Hadley, N. y M. Wargburg. 1986. Water loss in three species of xeric-adapted isopods: correlation with cuticular lipids. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **85**(4): 669 – 672.
- 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-Méndez, M. A. 2022. Los holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) de la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 110 pp.
- Holdich, D. M., M. R. Tolba. 1981. The effect of temperature and water quality on the in vitro development and survival of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda) eggs. *Hydrobiologia*, **78**: 227–236.
- INAFED. s.f. Pajapan. junio 16, 2021, de INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30122a.html>.
- Ingólfsson, A. y I. Agnarsson. 2003. Amphipods and isopods in the rocky intertidal: Dispersal and movements during high tide. *Marine Biology*, **143**: 859-866.
- Institute for Marine and Antarctic Studies (IMAS). 2013. Glossary of terms. Enero 24, 2024 de University of Tasmania. Recuperado de <https://www.imas.utas.edu.au/zooplankton/image-key/glossary-of-terms>
- Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 2020. Glosario crustáceos. Enero 22, 2024 de Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Recuperado de <https://www.ifop.cl/macrofauna/coleccion-de-especies/glosario-crustaceos/>
- Jaramillo, E., J. E. Dugan, D. M. Hubbard, H. Contreras, C. Duarte, E. Acuña y D. S. Schoeman. 2017. Macroscale patterns in body size of intertidal crustaceans provide insights on climate



- change effects. *PLoS One*. May **8**;12(5): e0177116. doi: 10.1371/journal.pone.0177116. PMID: 28481897; PMCID: PMC5421805.
- Kaneko, K. y M. Omori. 2005. Life history and utilization of the beach face slope by the sandy beach isopod *Exciorolana chiltoni* in Sendai Bay, northern Japan. *Crustacean Research*, **34**: 27-39.
- Kensley, B. y M. Schotte. 1989. Guide to the marine isopod crustaceans from the Caribbean. *Smithsonian Institution Press*. Washington D.C. USA: 308 pp.
- Kensley, B. y M. Schotte. 1994. Marine isopods from the Lesser Antilles and Colombia (Crustacea: Peracarida). *Proceedings Biological Society of Washington*, **107**(3): 482-510.
- Laboratorio de Biología de la Conservación UNAM. s.f. Bentos. Enero 22, 2024 de Laboratorio de Biología de la Conservación UNAM. Recuperado de <http://www.biocon.unam.mx/docencia/oceanografia-biologica/bentos.pdf>
- Lee, W.Y., M. Omori y R. W. Peck. 1992. Growth, reproduction and feeding behavior of the planktonic shrimp, *Lucifer faxoni* Borradaile 1915, off the Texas Coast. *Journal of Plankton Research* **14**: 61-69.
- Lessios, H. A. y J. R. Weinberg. 1994. Genetic and morphological divergence among morphotypes of the isopod *Exciorolana* on the two sides of the Isthmus of Panama. *Evolution*, **48** (3): 530-548.
- López-Pérez, R.A. y F. Becerril-Morales. 1999. ¿Meta....qué? ¡Metapoblación! *Revista Ciencia y Mar*, **3**(9): 29-35.
- Losada-Tourinho, J., A. Márquez, E. Celentano y O. Defeo. 2016. A new evolutionary unit in *Exciorolana braziliensis* species complex. *Brazilian Journal of Oceanography*, **64**(2): 197-201.
- Lowry, J. K. y K. Dempsey. 2006. The giant deep-sea scavenger genus *Bathynomus* (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) in the Indo-West Pacific. *En: Richer De Forges B, Justine J-L (Eds) Tropical Deep-Sea Benthos, volume 24. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle* **193**: 163–192.
- Melic, A. 2015. Orden Amphipoda: Introducción. Especies acuáticas. octubre 10, 2020, de Orden Amphipoda: Introducción. Especies acuáticas Recuperado de <http://sea-entomologia.org/IDE@/web/Crustacea/Amphipoda/index.html>
- Melic, A. 2015. Orden Isopoda: Introducción. Especies acuáticas. octubre 10, 2020, de Orden Isopoda: Introducción. Especies acuáticas Recuperado de http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_77.pdf



- Martínez, G. y O. Defeo. 2006. Reproductive biology of the isopod *Excirolana braziliensis* at the southern edge of its geographical range. *Helgoland Marine Research*, **60**: 273–280. <https://doi.org/10.1007/s10152-006-0042-7>
- Martínez, G., O. Defeo, R. Cardoso y M. Arim. 2019. Causal connections between the temperature-size rule and the density- body size scaling on the sandy beach isopod *Excirolana braziliensis*. *En: Demografía e historia de vida del isópodo Excirolana braziliensis: un análisis a macroescala*. Universidad de la República de Uruguay, pág. 39-105. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/23264/1/uy24-19456.pdf>
- Martínez-Pérez, C. 2022. Invertebrados. Enero 24, 2022 de Universidad de Valencia. Recuperado de <https://paleo3d.uv.es/taxonomia/invertebrados/>
- Moore, R. C., L. McCormick. 1969. General features of Crustacea. In: R. C. Moore (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence.
- Moore W., y R. C. Brusca. 2003. A monograph on the isopod genus *Colopisthus* (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) with the description of a new genus. *Journal of Natural History*, **37**: 1329: 1399.
- Moreno, A.G. s.f. Apuntes de zoología-Crustáceos 1. Enero 24, 2024 de Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/465-2013-08-22-H7%20CRUSTACEOS.pdf>
- Naylor, E. y S. Rejeki. 1996. Tidal migrations and rhythmic behavior of sandbeach Crustacea. *Revista Chilena de Historia Natural*, **69**: 475–484.
- Ortiz-Touzet, M. y S. Cházaro-Olvera. 2017. Isópodos mexicanos (Crustacea:Peracarida) de las aguas someras mexicanas del Golfo de México (excluyendo Epicaridea) Primera Edición. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 91 pp.
- Parada-Puig, R. 2020. Respiración branquial: cómo se realiza y ejemplos. Enero 24, 2024 de Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/respiracion-branquial/>
- Petracco, M., R. S. Cardoso y T. N. Corbisier. 2010. Population biology of *Excirolana armata* (Dana, 1853) (Isopoda, Cirolanidae) on an exposed sandy beach in Southeastern Brazil. *Marine Ecology*, **31**(2): 330-340.
- Poore, B.C.G. y Bruce, N.L. 2012. Global diversity of marine isopods (Except Asellota and crustacean symbionts). *Plos One*, **7**(8) e43529



- Portal Académico CCH. 2017. Población. Enero 25, 2024 de Portal Académico del CCH UNAM. Recuperado de <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/estructuraEcosistema/poblacion#:~:text=Una%20poblaci%C3%B3n%20se%20define%20como,interaccionan%20tanto%20gen%C3%A9tica%20como%20ecol%C3%B3gicamente.>
- Real Academia Española. 2014. Diccionario de la lengua española. 23.ª ed., [versión 23.7 en línea]. <https://dle.rae.es/comprimido>. Enero 24, 2024.
- Real Academia Española. 2014. Diccionario de la lengua española. 23.ª ed., [versión 23.7 en línea]. <https://dle.rae.es/dendrita>. Enero 24, 2024.
- Real Academia Española. 2014. Diccionario de la lengua española. 23.ª ed., [versión 23.7 en línea]. <https://dle.rae.es/deprimido>. Enero 24, 2024.
- Real Academia Española. 2014. Diccionario de la lengua española. 23.ª ed., [versión 23.7 en línea]. <https://dle.rae.es/filiforme>. Enero 24, 2024.
- Red de Bibliotecas de Parques Nacionales-MITECO s.f. Las comunidades marinas, concepto de “sistema natural” en el medio marino. Mayo 2, 2023 de MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico). Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionalesoapn/publicaciones/edit_libro_03_06_tcm30-100243.pdf
- Richter, S., G. Edgecombe y G. Wilson. 2002. The *Iacinia mobilis* and Similar Structures – a Valuable Character in Arthropod Phylogenetics? *Zoologischer Anzeiger - A Journal Of Comparative Zoology*, **241**(4): 339-361.
- Rocha-Ramírez, A. R., R. R. Román-Contreras y S. C. Cházaro-Olvera. 2002. Population structure and fecundity of *Anopsilana oaxaca* Carvacho & Haasmann, 1984 (Isopoda, Cirolanidae) of the Pacific Coast of Mexico. *Crustaceana*, **75**(2): 97–109. <http://www.jstor.org/stable/20105395>
- Rocha-Ramírez, A., R. Chávez-López, I. Antillón-Zaragoza y F. A. Fuentes-Mendoza. 2016. Nictemeral variation of macrocrustacean assemblages in a sandy beach from north-central Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **87**: 92-100.
- Rodríguez, L. E., A. Gómez-Pompa, J. C. A. López, N. R. Velázquez, D. Aguilar y M. T. Vázquez. 2011. Atlas de los espacios naturales protegidos de Veracruz. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 265-295 pp.



- Román-Contreras, R. y L. Campos-Lince. 1993. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Río Palizada, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, **20**(1) 555-65.
- Sánchez-Tocino, L. s.f. El litoral de Granada. Enero 22, 2024 de Universidad de Granada. Recuperado de <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/artropodos/crustaceos/isopodos/>
- Saynes-Bedolla, A. P. 2007. *Excirolana braziliensis* (Flabellifera: Cirolanidae): Análisis morfológico de especímenes colectados en la playa arenosa de Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla de Baz, México. 56 pp.
- Schotte, M., J. C. Markham, G. D. F. Wilson. 2009. Isopoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, (973-986p.) *En*: Felder, D. L. and D. K. Camp (Eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Volume 1, Biodiversity. Texas A&M University Press, Collage Station, Texas, USA. 973-986 pp.
- Seco, M., O. Andrés y G. Ramos. s.f. Diccionario del español actual. Enero 24, 2024 de Fundación BBVA. Recuperado de <https://www.fbbva.es/diccionario/aserrado/>
- Seco, M., O. Andrés y G. Ramos. s.f. Diccionario del español actual. Enero 24, 2024 de Fundación BBVA. Recuperado de <https://www.fbbva.es/diccionario/interocular/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Nombre científico: nomenclatura binomial de los organismos vivos. Enero 24, 2022 de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/articulos/nombre-cientifico-nomenclatura-binomial-de-los-organismos-vivos#:~:text=Un%20tax%C3%B3n%20es%20un%20grupo,compuestos%20por%20una%20sola%20palabra.>
- Shodipo, M. O., B. Duong, A. Graba-Landry, A. Grutter y P. C. Sikkel. 2020. Effect of Acute Seawater Temperature Increase on the Survival of a Fish Ectoparasite. *Oceans*, **1**: 215–236.
- Sievers, G., C. Lobos y R. Inostroza. 1997. Variación de la intensidad de infestación con formas infectantes del isópodo *Ceratothoa gaudichaudii* en salmones de cultivo en el sur de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, **29**(1): 121-125.



- Somma, M. 2021. Isopod life cycle. Mayo 3, 2023 de Sciencing. Recuperado de: <https://sciencing.com/isopod-life-cycle-12206033.html>
- Sponer, R. y H. A. Lessios, 2009. Mitochondrial phylogeography of the intertidal isopod *Excirrolana braziliensis* on the two sides of the Isthmus of Panama. *Smithsonian Contributions to Marine Sciences*, **38**: 219-228.
- Stachowitsch, M. 1992. The Invertebrates: An Illustrated Glossary. Wiley-Liss, New York, 676 pp.
- Thiel, M. y I. Hinojosa. 2020. Peracárida - Anfípodos, Isópodos, Tanaidáceos y Cumáceos. octubre 9, 2020, de BEDIM - Universidad Católica del Norte de Chile Recuperado de <http://www.bedim.cl/publications/Peracarida-esp-FaunaMarinaBentonica2009.pdf>
- Thorp, J. y C. Rogers. 2011. Aquatic Sow Bugs, Scuds, and Opossum Shrimp: Subphylum Crustacea, Class Malacostraca, Superorder Peracarida. En Thorp, J. y Rogers. C. (Ed.), Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America (pp. 147-156). Academic Press.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2023. Diversity and biological balance. Enero 22, 2024 de United States Environmental Protection Agency (EPA). Recuperado de <https://www.epa.gov/report-environment/diversity-and-biological-balance>
- Universidad de Concepción. s.f. Glosario. Enero 22, 2024 de Universidad de Concepción. Recuperado de <https://www2.udec.cl/entomologia/Glosario.html>
- Varela, A. I. y P. A. Haye. 2012. The marine brooder *Excirrolana braziliensis* (Crustacea: Isopoda) is also a complex of cryptic species on the coast of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, **85**(4), 495-502. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000400011>
- Vassallo, A., Y. Dávila, N. Luviano, S. Deneb-Amozurrutia, X. G. Vital, C. A. Conejeros-Vargas, L. Vázquez y F. Álvarez. 2014. Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**(2): 349-362.
- Vital, X. G. 2013. Diversidad y distribución de los opistobranquios béticos (Mollusca: Gastropoda) de Montepío, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 57 pp.
- Watling, L. y S. Gerken. 2024. World Cumacea Database. Enero 24, 2024 de World Register of Marine Species (WORMS). Recuperado de <https://www.marinespecies.org/cumacea/>
- Warner, G. F. 1977. The Biology of Crabs. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Wetzer, R., R. C. Brusca, G. D. F, Wilson. 1997. Crustacea, Isopoda. Descriptions of species of the suborders Anthuridea, Epicaridea, Flabellifera, Gnathiidea, and Valvifera. En: Blake, J.A., P.H.



- Scott (ed.) The Crustacea Part 2. The Isopoda, Cumacea and Tanaiacea. Santa Barbara, California, Santa Barbara Museum of Natural History 11:5-58.
- Wilson, G. D. F. 1989. A systematic revision of the deep-sea subfamily Lipomerinae of the isopod crustacean family Munnopsidae. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography* **27**: 1-138.
- Winfield-Aguilar, I., M. Ortiz-Touzet, S. Cházaro-Olvera, M.A. Lozano-Aburto y H. Barrera-Escorcía. 2013. Peracáridos marinos bentónicos. Manual de Laboratorio y Campo. México, D.F. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
- Yáñez, G. y R. López. s.f. ¿Qué es lo más pequeño que puedes ver? Enero 24, 2024 de Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://www.uv.mx/investigacion/general/nota-que-es-lo-mas-pequeno-que-puedes-ver/#:~:text=La%20microscopia%20se%20dedica%20al,de%20visi%C3%B3n%20del%20ojo%20normal.>
- Zúñiga, O., R. Peña y M. Clarke. 1985. Historia de vida y reproducción de *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda: Cirolanidae). *Estudios Oceanológicos*, **4**: 9-19.



GLOSARIO

Abdomen: “Más correctamente pleón. Comprende los somitos o tagmas del cuerpo de un crustáceo ubicados entre el pereión o tórax y el telson” (IFOP, 2020).

Amphipoda: “Orden de crustáceos (Malacostraca, Peracarida) cuyos caracteres definitorios son: ausencia de caparazón, cuerpo típicamente comprimido, formaciones branquiales presentes en la base de algunos pereiópodos, ojos sésiles, pereión con siete pares de patas y pleón con tres pares de apéndices birrámeos” (Melic, 2015).

Antenas: “Apéndices sensoriales que se encuentran en la parte frontal del animal. En el caso de los crustáceos, las antenas son el segundo par de apéndices del cefalón. En el caso de los nauplios (larvas) suelen tener función nadadora” (Club D’Immersió Biologia, 2005).

Anténulas: “Apéndices sensoriales que se encuentran en la parte frontal del animal. En el caso de los crustáceos, las anténulas son el primer par de apéndices del cefalón” (Club D’Immersió Biologia, 2005).

Apéndice: “Estructura anatómica partes de los artrópodos, formada por elementos articulados entre sí, que se insertan en todos o algunos de los metámeros del cuerpo” (Barrientos, 2004).

Apéndice masculino / Estilete copulador: Estructura que interviene en el proceso de cópula en donde el macho utiliza los estiletos para sujetar e inseminar a la hembra

Apéndices bucales: “Término colectivo para los apéndices que rodean la boca y se ocupan de la alimentación: mandíbulas, maxilares y maxilípedos” (Warner, 1977).

Área interocular: Espacio entre las estructuras oculares.

Artejo: “Segmento de un apéndice” (IFOP, 2020)



Aserrado: “Borde en forma de dientes, como una sierra” (Seco *et al.* s.f.).

Batimétrico: “Relativo al estudio de las profundidades marinas, de la tercera dimensión de los fondos lacustres o marinos” (CIMA, 2019).

Bentos: “Conjunto de organismos acuáticos que viven toda o gran parte de su vida en estrecha relación con el sustrato, ya sea fijos a él o desplazándose en su vecindad” (Laboratorio de Biología de la Conservación UNAM, s.f.).

Birrámico: “Compuesto por dos ramas (ejes)” (Kensley y Schotte, 1989).

Cefalón/Cabeza: “División anterior (tagma) del cuerpo con ojos, boca, dos anténulas, dos antenas y tres pares de piezas bucales; fusionada con el primer segmento torácico, en algunos casos también con el segundo, por lo que a veces se denomina cefalotórax” (Stachowitsch, 1992).

Cerda: “Las quetas o cerdas son elementos de la cutícula originados por secreción de las células epidérmicas. Las quetas espinosas ayudan en la filtración de alimento, las quetas ovígeras mantienen los huevos sujetos a los pleópodos, las quetas plumosas están ubicadas especialmente en los apéndices y las quetas sensoriales llevan al interior un filamento nervioso” (IFOP, 2020).

Clípeo: “En la mayoría de los isópodos, el labrum consta de dos piezas: la pieza más anterior (proximal) se denomina clípeo y la más posterior (distal), labrum propiamente dicho” (Wetzer *et al.*, 1997).

Cochinilla: Nombre común de varias especies de hemípteros (Insecta) o de isópodos (Crustacea).

Comprimido lateralmente: “Aplastado en sentido lateral” (Real Academia Española, 2014).

Coxa/Coxopodito: “Segmento de la región basal de los apéndices de los crustáceos, formando por precoxopodito, basipodito, y propodito. Generalmente une el apéndice con el cuerpo, excepto cuando el precoxopodito está presente” (IFOP, 2020).



Cromatóforo: “Célula generalmente cuticular o subcuticular que contiene gránulos de pigmento, normalmente capaces de dispersarse o concentrarse” (Butler, 1980).

Crustáceo: “Subfilo de artrópodos de respiración branquial. Cuerpo formado por un cefalón o cabeza de cinco segmentos, y un tronco postcefálico multisegmentado; tronco dividido en tórax y abdomen (excepto en los remipedios y ostrácodos); los segmentos del cefalón llevan las primeras antenas (anténulas), segundas antenas, mandíbulas, maxílulas y maxilas; con la cabeza se pueden fusionar uno o más toracómeros anteriores (en algunos remipedios, maxilópodos y malacostráceos), sus apéndices son los maxilípedos; escudo cefálico o caparazón presente (en algunos grupos se pierde secundariamente); con glándulas antenales o glándulas maxilares (nefridios excretores); en la mayoría de los grupos, al menos en algún estado del ciclo vital, hay ojos simples y compuestos; en varios grupos los ojos compuestos son pedunculados; con estado larvario nauplio (suprimido en algunos grupos) y, a menudo, con una serie de estados larvarios adicionales. El número de especies (vivas) estimado es de 67 829” (Brusca y Brusca, 2005).

Cumacea: “Orden de crustáceos, generalmente de 1 a 10 mm de tamaño, que se encuentran desde las mareas hasta las profundidades abisales en aguas marinas (y salobres) de todo el mundo. Se encuentran en los primeros centímetros de los sustratos de arena o arena/lodo. Se distinguen por presentar un caparazón grande que cubre muchas somitas torácicas, un abdomen estrecho y largo, una cola bifurcada y, en muchas familias, un telson. La morfología de los cumáceos es tan característica que sus miembros son fáciles de reconocer” (Watling y Gerken, 2024).

Decapoda: “Orden de crustáceos más popular. Aunque poseen un caparazón bien desarrollado que encierra una cámara branquial, se diferencian de los otros órdenes de eucáridos en las siguientes características: siempre tienen 3 pares de maxilípedos, presentan 5 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 (quelados). Los adultos poseen glándulas antenales. Casi todos los decápodos pueden reconocerse como alguna clase de gamba, cangrejo, langosta o cangrejo de río” (Brusca y Brusca, 2005).



Dendrítico: “Con forma de dendrita (prolongación ramificada de una célula nerviosa, mediante la que esta recibe estímulos externos)” (Real Academia Española, 2014).

Deprimido dorsoventralmente: “Aplastado en sentido dorsoventral, o sea, del plano frontal” (Real Academia Española, 2014).

Diversidad: Número de especies presentes en un sistema ecológico o comunidad (EPA, 2023).

Embrión: Etapa inicial del desarrollo de un organismo multicelular.

Endópodo: “Rama interna de un apéndice birrámeo” (Kensley y Schotte, 1989).

Especie: “La especie es el grupo de organismos que pueden reproducirse y producir descendencia fértil” (Biodiversidad Mexicana, 2022).

Estado post larval: Estado embrionario siguiente a la larva.

Esternito: “Parte ventral total de cualquier segmento corporal” (Universidad de Concepción, s.f.).

Estructura poblacional: “La estructura de una población está relacionada con la distribución por edades y el sexo de los organismos que la componen, ya que esta información proporciona las características que permiten clasificarlas de la siguiente manera: de acuerdo con la edad se presentan tres etapas que corresponden a los periodos pre-reproductivo, reproductivo y pos-reproductivo, que corresponden a jóvenes, adultos y viejos respectivamente, la duración de cada uno de estos varía de acuerdo con la especie de que se trate” (Portal Académico CCH, 2017).

Exópodo: “Rama externa del apéndice birrámeo. Presente en los estadios larvales o primeras postlarvas. En el adulto puede desaparecer o quedar muy reducido” (IFOP, 2020).

Filiforme: “Que tiene forma o apariencia de hilo” (Real Academia Española, 2014).



Flagelo: “Parte distal de la antena o anténula, generalmente multiarticulada, ocasionalmente reducida a uno o pocos artículos” (Kensley y Schotte, 1989)

Hábitat: “En ecología, se refiere a la zona y los recursos utilizados por una especie concreta (el hábitat de una especie) o a un conjunto de animales y plantas junto con su entorno abiótico” (EEA, 2023).

Hembra ovígera: “Hembra con embriones en desarrollo dentro del marsupio” (Wilson, 1989).

Interocular: “Existente entre los ojos” (Seco *et al.*, s.f.)

Invertebrado: “Aquellos animales que no encuadran dentro del subfilo Vertebrata del filo Chordata. El nombre alude a que carecen de columna vertebral o notocorda, y de esqueleto interno articulado” (Martínez-Pérez, 2022).

Isopoda: “Orden más diverso de crustáceos peracáridos. Sin caparazón; primer toracómero fusionado con la cabeza; 1 par de maxilípedos; 7 pares de pereiópodos unirrámeos, el primero de los cuales a veces es subquelado y los otros generalmente son simples; pereiópodos variables modificados para la marcha, captura o natación; en los subórdenes más derivados las coxas de los pereiópodos están extendidas como placas laterales (placas coxales); pleópodos birrámeos y bien desarrollados, nadadores o para el intercambio gaseoso (en los taxones acuáticos funcionan como branquias); los adultos con glándulas antenales (vestigiales) y maxilares; telson fusionado con uno a seis pleonitos formando un pleotelson; por lo general ojos sésiles y compuestos, ausentes en algunos, pedunculados en la mayoría de los gnatiídeos; con muda bifásica (la región posterior muda antes que la anterior). Los isópodos comprenden alrededor de 10 000 especies marinas, dulciacuícolas y terrestres, con un tamaño de 0.5 a 500 mm de largo” (Brusca y Brusca, 2005).

Labrum: “O labro, borde bucal superior situado ante o sobre las mandíbulas” (IFOP, 2020).

Lacinia mobilis: “Apéndice móvil articulado de la mandíbula insertado entre el proceso molar e incisivo típico de los peracáridos” (Brusca y Brusca, 2005).



Lámina branquial: “Lámina membranosa muy delgada que tiene una gran superficie para el intercambio gaseoso y que está en contacto estrecho con los vasos sanguíneos que la irrigan” (Parada-Puig, 2020).

Laminar: “De forma de lámina” (Real Academia Española, 2014).

Lamelar: Referente a lámina.

Malacostraca: “Clase más numerosa dentro del subfilo Crustacea, con unas 30.000 especies que prosperan en el océano y en aguas continentales. Unos pocos grupos han colonizado incluso hábitats terrestres, como los cangrejos cocoteros y las cochinillas. Al menos el 98% de las especies de este taxón pertenecen al orden Decapoda y al superorden Peracarida” (Thorp y Rogers, 2011).

Manca: “Una de las tres primeras etapas del ciclo vital postmarsupial de los isópodos y algunos otros peracáridos, en la que el séptimo pereiópodo está ausente o es rudimentario” (Wilson, 1989).

Manca estadio 1 / Premanca: “Etapa embrionaria donde la cutícula embrionaria se rompe y el embrión puede flexionar su cuerpo constituyendo la etapa de premanca. Los apéndices están completamente segmentados, apoyados contra el cuerpo y con pequeños precursores de setas que surgen de la superficie cuticular. La segmentación de las tergitas dorsales es completa. La pigmentación de los ojos parece ser uniformemente negra” (Martínez y Defeo, 2006)

Manca estadio 2: “Etapa embrionaria indistinguible de los juveniles. El material vitelino desaparece, la superficie dorsal está salpicada con cromatóforos estrellados negros y las setas ahora son visibles” (Martínez y Defeo, 2006).

Mandíbula: “En crustáceos, corresponde al tercer par de apéndices cefálicos, adaptados para moler o triturar” (IFOP, 2020).

Marsupio: “Estructura en la que la hembra retiene y cría los huevos y embriones. Los marsupios de los isópodos suelen estar formados por placas mediales superpuestas (oostegitos) que



surgen de ciertas coxas pereonales en las hembras; en unos pocos grupos, los oostegitos se han reducido o perdido en lugar de la cría interna” (Wetzer *et al.*, 1997).

Maxila: “Piezas bucales de los artrópodos mandibulados. Se trata de dos pares de piezas provistas de un pequeño apéndice denominado palpo. En crustáceos es el apéndice del quinto somito cefálico, que coadyuva en la alimentación” (IFOP, 2020).

Maxilípedo: “Apéndice emparejado en el borde posterior y ventral del cefalón. En realidad es el primer apéndice torácico, pero su somito corporal está fusionado con el cefalón y está modificado para la alimentación” (Wilson, 1989).

Maxílula: “Apéndice del cuarto somito cefálico, que coadyuva en la alimentación” (IFOP, 2020).

Metapoblación: “Conjunto de poblaciones de una especie, distribuidas en parches y aisladas de tal forma que se mantiene un equilibrio entre su intercomunicación y su independencia” (López-Pérez y Becerril-Morales, 1999).

Microscopía: “Conjunto de técnicas y métodos destinados a hacer visibles objetos, que por su pequeñez, están fuera del rango de visión del ojo normal” (Yáñez y López, s.f.).

Ojos compuestos: “Ojo de la mayoría de los insectos y de algunos crustáceos, que se compone de muchos elementos sensibles a la luz (omátidas), cada uno de los cuales tiene su propio sistema de refracción y cada uno forma una porción de imagen” (IMAS, 2023)

Ojos sésiles: “Ojo unido a la base, sin pedúnculo” (IMAS, 2013).

Oostegito: “Placa aplanada que normalmente sobresale de los segmentos basales (coxas) del segundo al quinto o sexto pereiópodo de las hembras. Se superponen para formar el marsupio” (Stachowitsch, 1992).



Orificio genital: “En el aparato reproductor femenino, apertura de cada oviducto al exterior; situado en la superficie ventral (esternito) del quinto segmento pereonítico (pereonito)” (Stachowitsch, 1992).

Pedúnculo: “División proximal de la anténula o antena. Normalmente consta de tres segmentos en la anténula y cinco segmentos en la antena” (Stachowitsch, 1992).

Peracarida: Superorden de crustáceos malacostráceos con aproximadamente 12,000 especies. “Los crustáceos peracáridos comparten características morfológicas: la mandíbula presenta una hilera de setas y una *lacinia mobilis*; el primer par de apéndices torácicos se ha modificado como maxilípedos y los osteguitos o prolongaciones de los apéndices torácicos producen el marsupio o bolsa incubadora en la región ventral-torácica de la hembra” (Winfield-Aguilar *et al.*, 2013).

Pereión/Tórax: “Tagma del cuerpo de los crustáceos superiores ubicado entre el cefalón (cabeza) y el pleon (abdomen). El cefalón y el pereion se fusionan para formar el cefalopereiión” (IFOP, 2020).

Pereionito: “Segmento del pereiión” (Wilson, 1989).

Pereiópodo: “Uno de hasta siete pares de apéndices del pereiión” (Stachowitsch, 1992).

Placas coxales “Proyecciones de las coxas de los pereiópodos que pueden formar placas laterales” (Sánchez-Tocino, s.f.).

Playa arenosa: “Costas o playas constituidas por una acumulación de sedimentos de origen mineral o de origen biológico. La longitud de esta es muy variable ya que pueden tener desde algunos pocos metros y hasta kilómetros” (Biodiversidad Mexicana, 2022).

Pleón: “Es el nombre que recibe el abdomen en los crustáceos. Está formado por un número variable de segmentos, sus apéndices son los pleópodos (segmentos pleómeros o pleonitos); los últimos son los urópodos. Termina con el telson” (Moreno, s.f.).



Pleonito: “Segmento del pleón” (Kensley y Schotte, 1989).

Pleópodo: “Uno de los cinco miembros ventrales birrámeos emparejados del pleotelson. En su forma no modificada, consta de un segmento basal (protópodo) y dos ramas distales denominadas endopodio y exopodio” (Wilson, 1989).

Pleotelson: “Estructura formada por la fusión de una o más somitas abdominales con el telson, como en la mayoría de los isópodos.” (Moore y McCormick, 1969)

Población: “Grupo de organismos de la misma especie que viven en un lugar y tiempo determinados y que interactúan tanto genética como ecológicamente” (Portal Académico CCH, 2017).

Proceso incisivo: "Estructura de agarre, perforación o corte que surge apicalmente en el cuerpo de la mandíbula" (Wetzer *et al.*, 1997).

Proceso molar: "Estructura trituradora, perforante o cortante, que surge en la parte media basal del cuerpo de la mandíbula" (Wetzer *et al.*, 1997).

Segmento: “Unidad de un apéndice, por ejemplo, coxa, base, isquion, merus, carpus, propodus y dactilo del pereópodo. También puede referirse a un segmento del cuerpo (también denominado somito)” (Stachowitsch, 1992).

Somita: “La división metamérica del cuerpo de un crustáceo está constituida por somitos. Cada somito normalmente lleva un par de apéndices bifurcados. En el cefalopereión estos somitos están fusionados y recubiertos por el caparazón, sólo se reconocen por la presencia de los apéndices. En el abdomen o pleón y especialmente en los camarones y langostinos, la división metamérica es evidente, pudiéndose distinguir los somitos” (IFOP, 2020).

Tanaidacea: “Orden de crustáceos peracáridos que presenta caparazón fusionado con los dos primeros segmentos torácicos; los toracópodos 1-2 son maxilípedos, el segundo de ellos quelado; los toracópodos 3-8 son simples pereiópodos marchadores; con o sin pleópodos; urópodos



unirrámicos o birrámicos; telson fusionado con el último o dos últimos pleonitos, formando un pleotelson; adultos con glándulas maxilares y antenales (vestigiales); sin ojos compuestos, o con ellos situados sobre lóbulos cefálicos. Los miembros de este orden se conocen en todos los hábitats marinos bentónicos; unos pocos viven en aguas salobres o casi dulciacuícolas. La mayoría de las cerca de 1500 especies son pequeñas, entre 0.5 y 2 cm de longitud. A menudo viven a cualquier profundidad, en galerías o tubos. Muchos son suspensívoros, otros son detritívoros e incluso algunos son depredadores” (Brusca y Brusca, 2005).

Taxón: “Grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados” (SIAP, 2018).

Telson: “Última pieza o segmento del cuerpo de los crustáceos. El telson y los urópodos forman la parte caudal del cuerpo del animal. En la base del telson encontramos el ano” (Club D’Inmersió Biologia, 2005).

Terguito: “Esclerito dorsal del exoesqueleto de los artrópodos” (Wetzer *et al.*, 1997).

Unirrámico: “Con una sola rama (eje)” (Kensley y Schotte, 1989).

Urópodo: Cada uno de los últimos apéndices del abdomen o pleón del animal (son diferentes de los típicos pleópodos ya que están modificados). Se encuentran a cada lado del telson y juntamente con éste, forman una estructura con forma de abanico que tiene función nadadora (Club D’Inmersió Biologia, 2005).

Urosomito: “Somito/segmento del abdomen. También conocido como urómero o urito” (Facultad de Biología UCM, s.f.).

