



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Ornamentación de setas en el cangrejo decorador
Omalacantha bicornuta (Latreille, 1825) (Malacostraca:
Mithracidae) en la playa rocosa de Montepío Veracruz,
México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

Jazmín del Carmen Luna Luna



**DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Fernando Álvarez Noguera**

CIUDAD DE MÉXICO, 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitir mi desarrollo profesional y académico desde mi ingreso al Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur.

A la Facultad de Ciencias, por las experiencias y los conocimientos otorgados a través de sus aulas, laboratorios y sobre todo, en el campo que necesitamos como biólogos y biólogas.

Al Instituto de Biología, por permitirme entrar a sus instalaciones y facilitarme el uso de las herramientas necesarias para realizar este trabajo.

A la Colección Nacional de Crustáceos, por todas las donaciones que permitieron la elaboración de esta tesis.

Al Taller de Invertebrados de la Zona Costera y Arrecifal del Golfo de México, por ser la guía y apoyo de todo este transcurso.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera, por sus comentarios llenos de enseñanzas y por despertar en mí un gran gusto y amor por los cangrejos.

A la M. en C. Gema Y. Armendáriz Ortega, por el tiempo dedicado desde el día uno de este camino, por su paciencia, ayuda y conocimientos brindados. Por no fallarme nunca en este proceso.

A la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias, por su apoyo con las increíbles fotografías que son el pilar de esta tesis y por el tiempo que me asignó como sinodal.

Al M. en C. José Luis Bortolini Rosales por su significativa asesoría a la mejora de este trabajo.

Al Dr. Benjamín Quiroz Martínez por ser parte de mi sínodo.

DEDICATORIAS

A mí mamá, por creer en mí de una manera que nadie más lo hizo, por los tantos sacrificios para poder darme una carrera universitaria, por ser la razón de mi motivación incluso en aquellos días difíciles. Todo esto es por ti, mamá.

A mi papá, por siempre estar dispuesto a cualquier cosa que se necesitara y brindarme todas las comodidades necesarias para poder cumplir con mis deberes de estudiante.

A mi hermano, por refugiarme en su paciencia y calma. Por enseñarme a ver mi fortaleza.

A Oreo, la mejor mascota que me pudo haber acompañado en todas las desveladas de mi vida académica.

A mis amigos, por escucharme cada vez que lo necesitaba y ser parte de mi historia universitaria.

A mí y a aquellas mujeres que sueñan con hacer ciencia. Nunca más una ciencia sin nosotras.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Características morfológicas de <i>Omalacantha bicornuta</i> (Latreille, 1825)	3
¿Qué es una seta y cuál es su función?.....	6
Setas en <i>Omalacantha bicornuta</i>	8
Cangrejos decoradores y su comportamiento	9
¿Por qué hay variación ontogenética en el patrón de aparición de las setas especializadas para anclar las algas que conforman las decoraciones?	14
¿Por qué hay variación geográfica en la intensidad y algunos rasgos de esta conducta?15	
JUSTIFICACIÓN.....	17
ANTECEDENTES.....	18
HIPÓTESIS.....	25
OBJETIVOS.....	26
Objetivo general	26
Objetivos particulares.....	26
ÁREA DE ESTUDIO	27
MATERIAL Y MÉTODO	31
<i>Procesamiento de laboratorio de los organismos de la Colección Nacional de Crustáceos</i>	31
<i>Obtención de fotografías de las setas de Omalacantha bicornuta</i>	32

<i>Categorización de las setas</i>	33
<i>Procesamiento de la base de datos</i>	34
RESULTADOS.....	35
<i>I. Medidas de caparazón en Omalacantha bicornuta.</i>	35
<i>II. Decoración de Omalacantha bicornuta.</i>	37
<i>III. Análisis del tipo de setación en Omalacantha bicornuta.</i>	39
DISCUSIÓN	49
<i>I. Medidas de caparazón en Omalacantha bicornuta</i>	49
<i>II. Decoración de Omalacantha bicornuta</i>	50
<i>III. Análisis del tipo de setación de Omalacantha bicornuta</i>	55
CONCLUSIONES	60
LITERATURA CITADA	61
Anexo	69
GLOSARIO	69

RESUMEN

Los cangrejos decoradores cubren sus caparazones con piezas de algas y otros invertebrados, dicha decoración funciona como protección contra los depredadores visuales. Este mecanismo se logra mediante un sistema de setas las cuales son una extensión cuticular articulada de cualquier forma o tamaño, generalmente tienen forma de gancho o están dobladas para sostener el material de decoración. La decoración en los cangrejos majidos a menudo se limita a las etapas juveniles. La información sobre cangrejos de la superfamilia Majoidea en el Golfo de México es limitada. Por lo cual, el presente estudio tiene como objetivo analizar la ornamentación de setas de *Omalacantha bicornuta*, en Veracruz, México. Con organismos de la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM se obtuvieron fotografías de microscopía electrónica de barrido (MEB) de las setas, se midió el ancho y largo del cefalotórax de cada organismo y se realizó una evaluación a criterio propio sobre el grado de decoración. Se analizó la morfoestructura de las setas y se reportan seis tipos: gancho, paposas, plumosas, connadas, cúspide (cortas y medianas) y simples. Los juveniles presentan más densidad setal que los adultos. Las algas son el material de decoración principal y los juveniles se decoran más que los adultos. Se concluye que la ornamentación de las setas de *O. bicornuta* se apega en su mayoría a la descrito previamente en la literatura.

Palabras clave: comportamiento, decoración, Majoidea, MEB.



ABSTRACT

Decorator crabs cover their shells with pieces of algae and other invertebrates, such decoration works as protection against visual predators. This mechanism is achieved by a system of setae which is an articulated cuticular extension of any shape or size, generally hook-shaped or bent to hold the decoration material. Decoration on majido crabs is often limited to the juvenile stages. Information on crabs of the superfamily Majoidea in the Gulf of Mexico is limited. Therefore, the present study aims to analyze the ornamentation of *Omalacantha bicornuta* setae, in Veracruz, Mexico. With organisms from the National Crustacean Collection of the Institute of Biology, UNAM, scanning electron microscopy (SEM) photographs of the setae were obtained, the width and length of the cephalothorax of each organism was measured and an evaluation was carried out at its own criteria on the decoration degree. The morphostructure of the setae was analyzed and six types of setae are reported: hooked, pappose, plumose, connate, cuspidate (short and medium) and simple. Juveniles have more setal density than adults. The algae are the main decoration material and the juveniles are more decorated than the adults. It is concluded that the ornamentation of the *O. bicornuta* setae attached mostly to that previously described in the literature.

Key words: Behavior, decoration, Majoidea, SEM.



INTRODUCCIÓN

Características morfológicas de *Omalacantha bicornuta* (Latreille, 1825)

Los crustáceos pertenecen al *phylum* o tipo de los artrópodos, subtipo de los mandibulados. Tienen el cuerpo segmentado, protegido por un exoesqueleto quitinoso y apéndices articulados. Los decápodos son uno de los órdenes más diferenciados de los crustáceos. Son tan diversas las formas y características que incluyen que es difícil dar una definición concreta de los mismos (Zariquiey, 1968) (Tabla 1).

A *Omalacantha bicornuta* se le caracteriza morfológicamente por tener caparazón subtriangular, piriforme, abultado y rugoso dorsalmente, con manojos de setas en el caparazón; parte posterior (área metabranquial) redondeada; rostro prolongado en dos dientes largos divergentes. Órbitas formadas por varias placas cortas; línea marginal casi lisa, con una espina lateralmente en la parte posterior, ángulo preorbital rectangular. Quelípedos más grandes que el primer par de pereiópodos en los machos adultos, pereiópodos decrecientes en tamaño, presentan manojos de setas curvas (Figs. 1, 2a y 2b). Medidas de caparazón en mm: macho, largo 36, ancho 26; hembra, largo 24, ancho 20. Color variable; caparazón a menudo amarillento opaco, rosa púrpura o marrón brillante; quelípedos blanco grisáceo, cubiertos de pequeñas manchas redondas y violáceas (Williams, 1984).

Se encuentran en diferentes biótotos someros, principalmente sobre sustratos sumergidos y en playas arenosas cuando hay partes endurecidas en la propia arena. Esta especie es común en los arrecifes de coral. Se encuentran en aguas poco profundas a menos de 30 m. A menudo se enmascaran con esponjas, anémonas, hidrozooos, algas y balanos. Son lentos y no son agresivos (Williams, 1984; Sánchez y Sandoval, 2005).



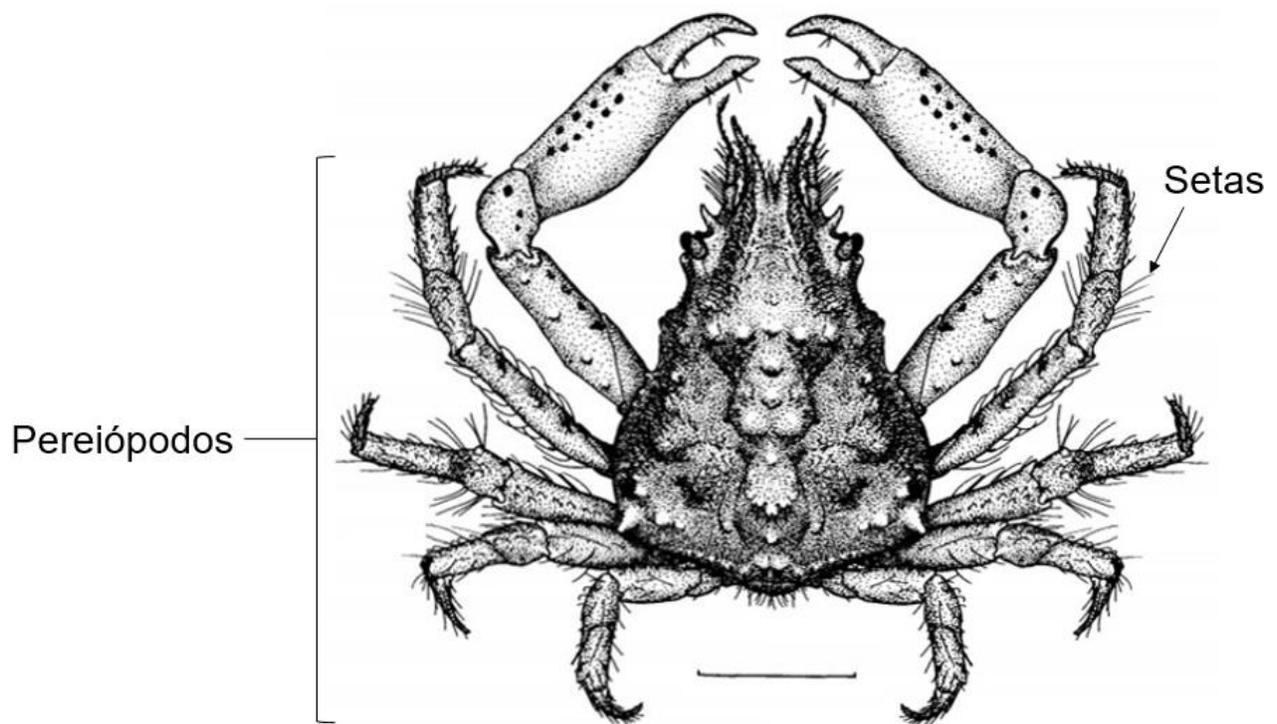


Figura 1. *Omalacantha bicornuta* (Latreille, 1825). Macho en vista dorsal, escala representa en 10 mm (Tomado y modificado de Williams, 1965).



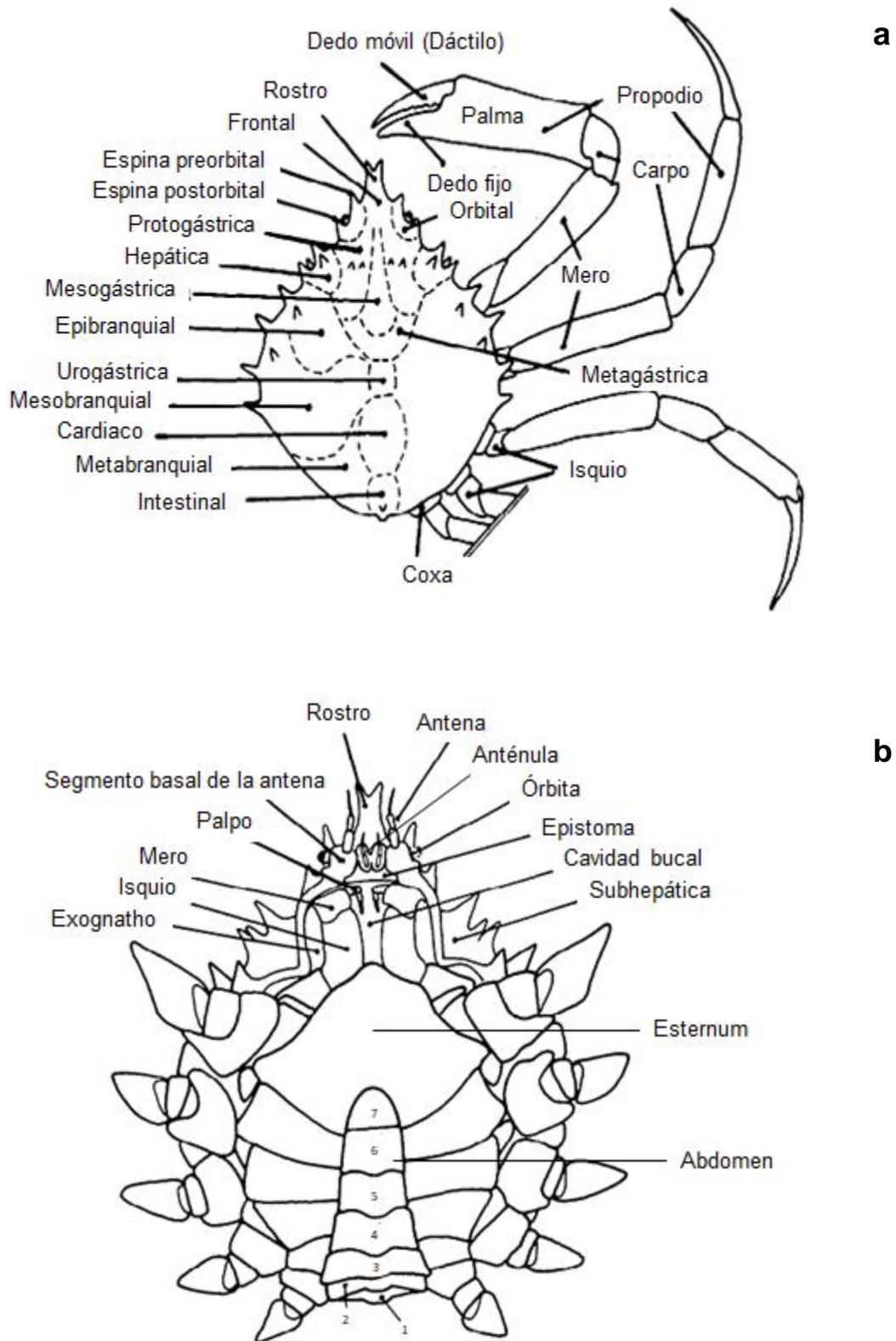


Figura 2. Características morfológicas de la superfamilia Majoidea. a) vista dorsal, b) vista ventral (Tomada y modificada de Bonfil y Carvacho, 1989).



Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Omalacantha bicornuta*.

Reino Animalia

PHYLUM ARTHROPODA von Siebold, 1848

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772

Superclase Multicrustacea Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball, Wetzler, Martin y Cunningham, 2010

CLASE MALACOSTRACA Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Decapoda Latreille, 1802

Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraorden Brachyura Latreille, 1802

Sección Eubrachyura Saint Laurent, 1980

Subsección Heterotremata Guinot, 1977

Superfamilia Majoidea Samouelle, 1819

Familia Mithracidae MacLeay, 1838

Género *Omalacantha* Streets, 1871

Especie *O. bicornuta* Latreille, 1825

¿Qué es una seta y cuál es su función?

Una seta puede definirse como "una extensión cuticular articulada de prácticamente cualquier forma o tamaño" (Watling, 1989). Otro término para referirse en la literatura a estas estructuras es cerdas (Gomes, 2021). Para *O. bicornuta*, se encuentran generalmente en caparazón, rostro y pereiópodos (Salazar y Brooks, 2012).

Según la clasificación de Jacques (1989), la mayoría de las setas de caparazón correspondientes a *O. bicornuta* pertenecen al sistema macrosetal (0.50 mm, visibles a simple vista). En gran medida, tienen forma similar a un gancho o están dobladas, lo que da como resultado perímetros internos y externos a la curva (Fig. 3a). Szebeni y Hartnoll (2005), registraron que la mayoría de los tipos setales observados en los cangrejos decoradores británicos (*Achaeus cranchii*, *Eurynome aspera*, *Hyas coarctatus*, *Inachus dorsettensis*, *I. leptochirus*, *I. phalangium*, *Macropodia rostrata*, *M. tenuirostris*) eran cónicos desde la base (extremo proximal) hasta la punta (extremo distal) y otros poseían extensiones en forma de brida alrededor del perímetro interno de la curva; se supone que



esto proporciona un refuerzo para mantener la forma del gancho. Las setas están fortalecidas de tal manera que generalmente son más gruesas justo debajo del vértice de la curva, antes de estrecharse nuevamente hacia la punta.

Las excrecencias cuticulares (protuberancia que se produce en animales, alterando su textura y superficie natural) no articuladas del eje setal, que no se mueven en relación con el eje, se denominan de manera diferente. Wicksten (1976, 1977) denominó a los que se encuentran en el interior de la región curva de las setas hamate (setas en general con forma de gancho) "espínulas". Normalmente parecen un diente canino en apariencia y ayuda a asegurar el material sostenido por la seta. Watling (1989), usó el término "dentículo" y Jacques (1989), "dientes", para excrecencias similares en otros tipos setales. "Dentículos" es el término más comúnmente utilizado en la literatura sobre crustáceos.

Si bien se piensa que los dentículos en el interior de la curva ayudan a asegurar los materiales de decoración unidos de forma activa (Wicksten, 1976, 1977), los que están en el exterior probablemente juegan un papel pasivo en la captura de materiales. Además, algunas setas tienen "sétulas", estas son excrecencias articuladas más largas de un ancho relativamente uniforme (Jacques, 1989; Watling, 1989).

Wicksten (1980), mencionó que una función de las setas es fijar el material al caparazón. El cangrejo toma la pieza de material (ej., algas, briozoos esponjosos ramificados, esponjas marinas) con algún apéndice bucal y posteriormente con una de sus quelas la frota contra un área cubierta con setas (Fig. 3b). La pieza de material se adhiere a las setas porque antes de que el cangrejo libere la pieza de sus partes bucales gira la pieza de modo que sea paralela o perpendicular a las filas de setas enganchada donde se va a unir. Cuando el cangrejo frota la pieza contra las hileras de setas con su quela, la pieza se enreda o empala.



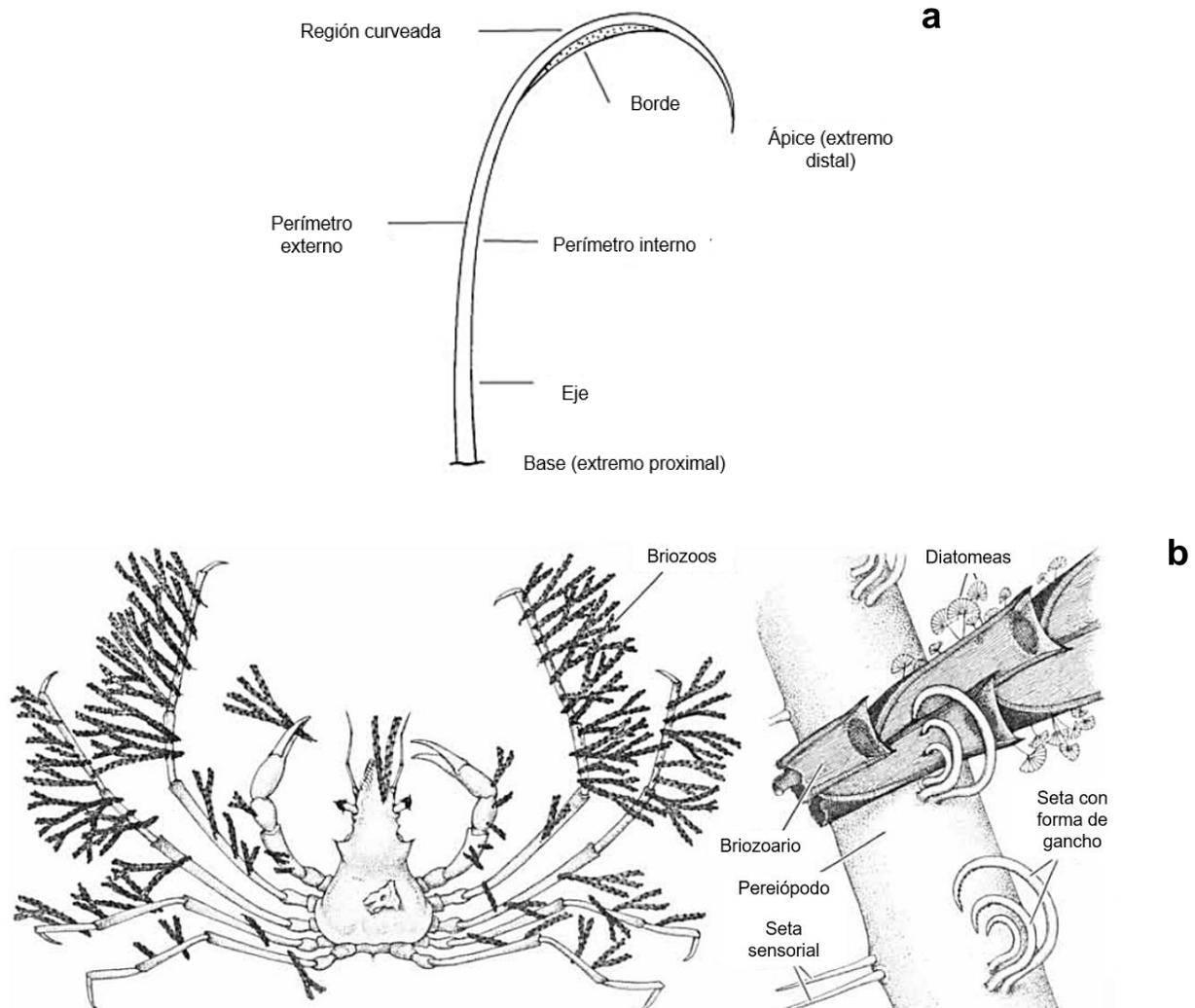


Figura 3. Setas hamate. a) zonas de la seta, b) pereiópodo de *Podochela hemphilli* con briozoos fijados en las setas gancho procedentes de la cutícula (Tomado y modificado de Wicksten, 1980; Szebeni y Hartnoll, 2005).

Setas en *Omalacantha bicornuta*

Hay tres formas básicas de setas de caparazón: curvadas o con forma de gancho (hamate), doblada y recta. La primera generalmente tiene un eje recto relativamente largo, con una región distal curvada gradualmente, a menos que se indique lo contrario, estas tienen características de fortalecimiento y dentículos en el interior de la curva. Las setas dobladas son típicamente más cortas, ya sea con una curva más angosta, o con una sección recta corta hacia el eje, produciendo una forma de "U" casi invertida. Las setas



rectas tienen como máximo una ligera curva hacia el eje y se estrechan distalmente (Szebeni y Hartnoll, 2005).

En *O. bicornuta* se han observado 11 tipos de setas: gancho (hooked setae), paposas (pappose setae), connadas (connate setae), cúspide (cuspidate setae), plumosas (plumose setae), simples (simple setae), plumodentículadas (plumodenticulate setae), serradas (serrate setae), triserradas (triserrate setae), peniculadas (peniculate setae) y barbadas (barbed setae) (Salazar y Brooks, 2012). También hay setas híbridas, pero poseen dificultades para su clasificación (Szebeni y Hartnoll, 2005).

Cangrejos decoradores y su comportamiento

Los cangrejos del infraorden Brachyura pertenecientes a la superfamilia Majoidea, se conocen con el nombre común de “cangrejos araña” o “cangrejos decoradores” (Wicksten, 1980; Hendrickx, 1999; Cruz y Campos, 2003). Estos cangrejos se encuentran ampliamente distribuidos en todos los mares del mundo. En las costas del Atlántico y el Pacífico americanos, hay registradas 250 especies, de las cuales 124 están presentes en el Atlántico, 115 en el Pacífico y 11 anfiamericanas (Boschi, 2000).

De acuerdo con Salazar y Brooks (2012), los cangrejos de la superfamilia Majoidea (Familia Majidae) están bien adaptados morfológicamente para el comportamiento de decoración. Por ejemplo, las setas con forma de gancho (hamate) son exclusivas de esta superfamilia (Aurivillus, 1889; Rathbun, 1925; Wicksten, 1976, 1978, 1993; Berke y Woodin, 2008). Aproximadamente el 75% de los representantes de esta superfamilia decoran en algún momento de su ciclo de vida (Hultgren y Stachowicz, 2009).

Cruz-Rivera (2001) mencionó que los cangrejos decoradores cubren sus caparazones con piezas de algas y otros invertebrados, convirtiéndose en crípticos en sus



ambientes (Dudgeon, 1980; Wicksten, 1980, 1993; Sánchez-Vargas y Hendrickx, 1987; Stachowicz y Hay, 1999, 2000).

El mimetismo o camuflaje entre los cangrejos decoradores no solo depende de la apariencia física, sino también de las adaptaciones conductuales. El evitar a los depredadores es un factor clave que impulsa la variación en el comportamiento y las compensaciones entre los costos energéticos y los beneficios de la decoración, lo que ha moldeado e impulsado la evolución del camuflaje en este grupo (Hultgren y Stachowicz, 2011).

La decoración es desarrollada como protección contra los depredadores visuales si permite que los cangrejos coincidan con su fondo o se parezcan menos a cangrejos. Debido a que los depredadores visuales dominan en muchas áreas donde viven los cangrejos, este comportamiento indiscriminado podría ser ventajoso si proporciona camuflaje y una forma rápida de mimetismo al ambiente físico del cangrejo (Wicksten, 1980, 1993).

También le permite a los cangrejos emboscar a las presas, como ha sugerido Wicksten (1980, 1993). En cualquier caso, la decoración en májidos se ha tratado en gran medida como un proceso no selectivo en el que se eligen materiales según la disponibilidad (Wicksten, 1980, 1993; Stachowicz y Hay, 1999, 2000).

Alternativamente, algunos autores han propuesto que la decoración puede servir como método de almacenamiento de alimento (Wicksten, 1980, 1993; Mastro, 1981; Kilar y Lou, 1986). Si colocan algas en su caparazón para consumirlo más tarde, se esperaría que las algas de sabor más agradable, al menos para el cangrejo, fueran más utilizadas para la decoración (Woods, 1995).



La selección de camuflaje puede tener fuertes consecuencias indirectas para la supervivencia, debido a que la decoración está limitada por los rasgos morfológicos de los elementos disponibles y la alimentación está limitada por los rasgos morfológicos, nutricionales y químicos de los alimentos. Las hipótesis de camuflaje y almacenamiento sin distinción de alimentos potencialmente predicen diferentes patrones cuando los cangrejos se enfrentan a ensamblajes naturales de algas de las cuales escoger (Cruz-Rivera, 2001).

La decoración y la alimentación pueden desacoplarse (Stachowicz y Hay, 1999), por lo que los individuos que usan algas principalmente para la decoración y lo hacen combinando su fondo u ocultando su forma podrían decorar indiscriminadamente siempre que la morfología de las algas disponibles no limite su manipulación y apego. Estos cangrejos aún podrían mostrar selectividad en sus elecciones de alimentación en función de los rasgos nutricionales y químicos de las algas y esas elecciones no necesitan coincidir con los patrones de decoración. Sin embargo, para los cangrejos que buscan un uso combinado de camuflaje, almacenamiento de alimento y decoración, las preferencias deben evaluarse, porque el cangrejo obtendrá pocos beneficios al decorar con algas que no pueda consumir.

Las algas transportadas para su posible y posterior consumo seguirán constituyendo una forma de decoración en sentido estricto. Sin embargo, las investigaciones sobre el almacenamiento de alimento por parte de májidos han señalado que los cangrejos que parecen usar esta estrategia se esconderán durante el día cuando los depredadores visuales estén más activos o colocarán algas de una manera que no parece ocultar al cangrejo, reduciendo o eliminando el valor potencial de las algas como cubierta protectora (Woods y McLay, 1994).



Con estas consideraciones, es posible hacer inferencias sobre los roles ecológicos de la decoración para cangrejos en diferentes hábitats al comparar los patrones de alimentación y decoración dentro de las especies. Estos comportamientos rara vez se han evaluado experimental y simultáneamente. La mayoría de los estudios sobre cangrejos májidos son principalmente estudios descriptivos de los contenidos intestinales o de decoración en animales recolectados en el campo (Dudgeon, 1980; Sánchez-Vargas y Hendrickx, 1987; Woods, 1993, 1995; Woods y McLay, 1996; Fernández *et al.*, 1998) o se centran principalmente en la mecánica y las secuencias de comportamiento de la manipulación y fijación de algas (Wicksten, 1980, 1993) (Fig. 4).



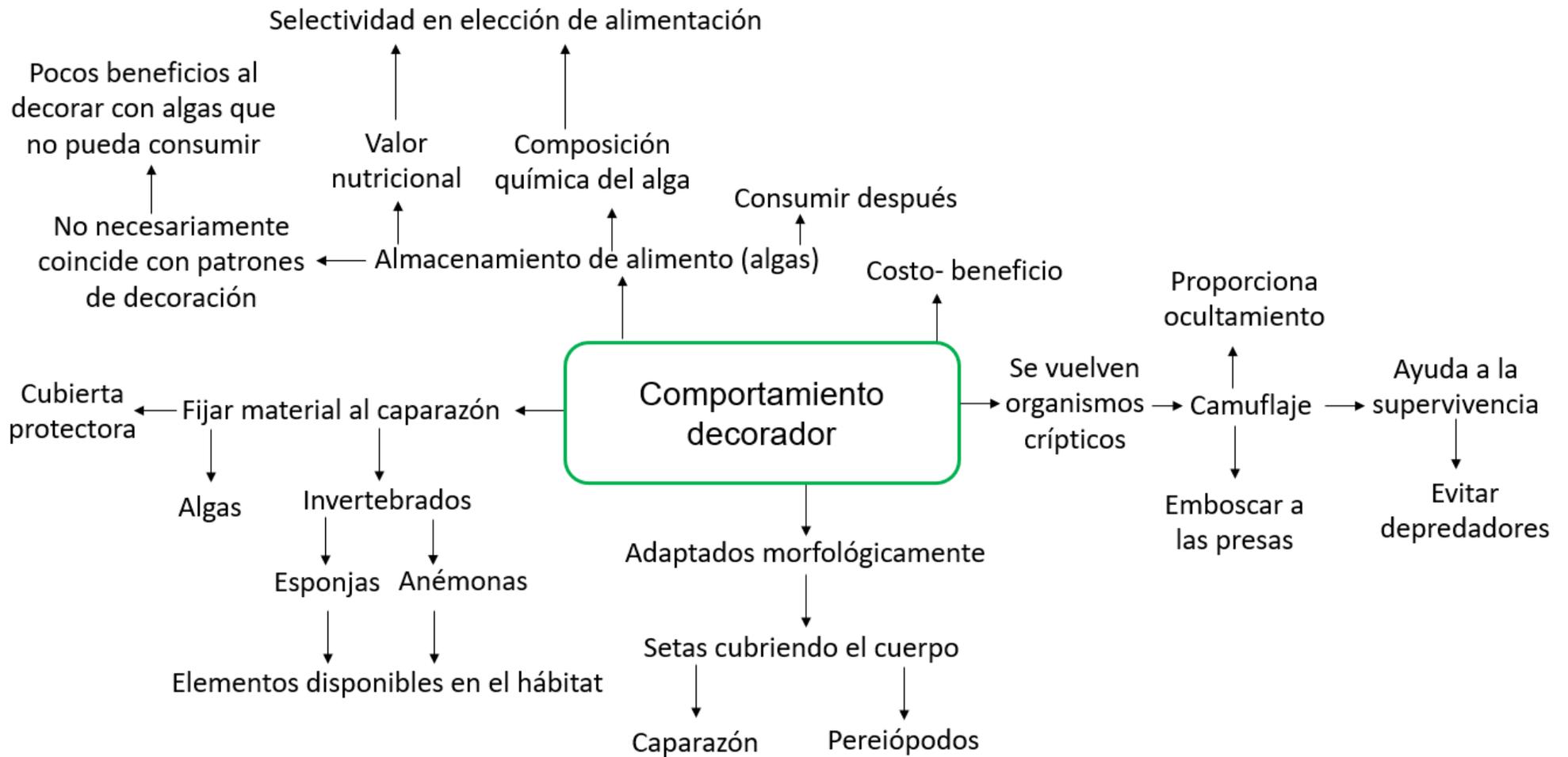


Figura 4. Elementos que integran el comportamiento decorador de los cangrejos de la superfamilia Majoidea.



¿Por qué hay variación ontogenética en el patrón de aparición de las setas especializadas para anclar las algas que conforman las decoraciones?

Existe un rasgo ontogenético en la decoración de los cangrejos majidos en el cual este comportamiento se limita a las etapas de vida juveniles, dejando de decorar los cangrejos adultos (Cruz-Rivera, 2001; Berke y Woodin, 2008).

Este patrón puede sugerir que la decoración conlleva compensaciones de costo-beneficio que limitan su valor adaptativo neto intra e interespecífico. La teoría menciona que tales costos, si están presentes, podrían influir fuertemente en la selección para decorar (Berke y Woodin, 2008). Se esperaría este patrón si la decoración incurre en costos que se oponen selectivamente a sus muchos beneficios (Cruz-Rivera, 2001). Los cambios ontogenéticos en la decoración se han interpretado para reflejar una selección más débil para el comportamiento críptico una vez que los individuos han crecido lo suficiente como para lograr un refugio de la depredación (Stachowicz y Hay, 1999).

Nuevamente, este patrón sería particularmente esperado si alguna presión selectiva negativa favoreciera a los cangrejos que no se decoran una vez que disminuye la presión de depredación (Cruz-Rivera, 2001). De acuerdo con Berke *et al.* (2006) quien sugiere que los costos energéticos asociados con la decoración podrían influir fuertemente en la selección del comportamiento, pero la evidencia directa de costos es escasa.

Los cangrejos araña, al contrario de la mayoría de los cangrejos, presentan adaptaciones fisiológicas que les permite detener el proceso de la muda después de la madurez sexual (Wagner, 1991). El tamaño del cuerpo también varía considerablemente entre adultos de cada una de las especies y depende del momento en que se produzcan



los cambios hormonales en los individuos. Por ello no es sorprendente la confusión a la hora de describir y/o diferenciar especies (Cruz y Campos, 2003).

¿Por qué hay variación geográfica en la intensidad y algunos rasgos de esta conducta?

En Carolina del Norte, en los Estados Unidos, el cangrejo decorador *Libinia dubia* se camufla casi exclusivamente con *Dictyota menstrualis* (alga químicamente nociva). Al colocarla en su caparazón, el cangrejo secuestra conductualmente los químicos defensivos del alga y obtiene protección contra los consumidores omnívoros. Sin embargo, *D. menstrualis* está ausente al norte de Carolina del Norte, mientras que *Libinia dubia* se encuentra también más al norte por la costa este de los Estados Unidos hasta Nueva Inglaterra (Stachowicz y Hay, 2000).

El cambio geográfico en el comportamiento del cangrejo, fuera de la especialización, coincide con una disminución reportada tanto en la presión de depredación total como en la frecuencia de los consumidores omnívoros. Estos cambios en la naturaleza y la intensidad de la presión de depredación pueden favorecer diferentes estrategias de camuflaje (generalista *versus* especialista), lo que contribuye a las diferencias geográficas observadas en el comportamiento del camuflaje. Aunque muchos biólogos reconocen que las interacciones bióticas varían en el resultado con las condiciones locales, pocos estudios examinan cómo estos cambios pueden alterar los comportamientos y la evolución de las especies a escala geográfica. Tales estudios de variación geográfica pueden servir como una "lente" a través de la cual muchas preguntas ecológicas y evolutivas importantes pueden ser examinadas de manera rentable (Travis, 1996). Como ejemplo, se considera que la variación geográfica en las interacciones interespecíficas es importante para la evolución de la especialización (Thompson, 1994). Los estudios de interacciones planta-



insecto han demostrado que las poblaciones específicas difieren en la medida en que se especializan; algunas poblaciones se vuelven altamente especializadas para las interacciones, mientras que otras no lo son tanto (Janzen, 1973; Rickson, 1977; Whitham, 1983; Abrahamson *et al.*, 1989; Steiner y Whitehead, 1990; Tauber *et al.*, 1995). En particular, las poblaciones que quedan fuera del rango geográfico de las otras especies pueden exhibir algunos de los rasgos morfológicos o de comportamiento que mejoran la asociación (Janzen, 1973; Rickson, 1977).

A lo largo de la costa este de América se ha observado que existe variación en el comportamiento decorador de estas especies de cangrejos májidos. Es posible que la complejidad del hábitat y la diversidad de especies presente, tanto de algas como de potenciales depredadores pueda estar moldeando este comportamiento. Para poner a prueba esta idea es necesario tener datos que representen el intervalo geográfico en el que se distribuye una especie de cangrejo decorador (Janzen, 1973; Rickson, 1977; Whitham, 1983; Abrahamson *et al.*, 1989; Steiner y Whitehead, 1990; Tauber *et al.*, 1995; Travis, 1996; Stachowicz y Hay, 2000).



JUSTIFICACIÓN

La información sobre cangrejos pertenecientes a la superfamilia Majoidea en el Golfo de México es limitada y aún más para *O. bicornuta*, que sólo se tiene registro tanto de sus setas como de sus preferencias de decoración para Florida, EE.UU. y Punta Galeta, Panamá. Tomando en cuenta que existen cambios acordes a la variación geográfica para la predilección de organismos que *O. bicornuta* adhiere a sus setas del caparazón para almacenamiento de alimento y favorecer su supervivencia ante depredadores, así como variación ontogenética en los arreglos setales y morfología de los mismos; el propósito de este estudio es de colaborar con el registro de la ornamentación de setas en *O. bicornuta* y sus patrones de decoración en Veracruz, México.



ANTECEDENTES

Getty y Hazlett (1978), estudiaron si los individuos de *O. bicornuta* desplazados de un fondo coincidente con su decoración mostraban una tendencia a moverse a un fondo apropiado cuando se les brindaban como opciones algas verdes o rojas y si los individuos forzados a una situación de desajuste exhibían un comportamiento de redecoración. Los estudios correspondientes se llevaron a cabo en las costas del oeste de Summerland, California y los Cayos de la Florida, Florida, EE. UU. En ambos experimentos acerca de la elección de hábitat, los individuos de *O. bicornuta* demostraron una clara ausencia de alguna tendencia en combinar su propia decoración con el patrón del sustrato. De igual manera, los experimentos de redecoración fallaron al no mostrar los organismos alguna tendencia consistente por redecorarse y combinar con el fondo propuesto. Los individuos sin camuflaje en su superficie dorsal demostraron claramente un aumento en sus actividades de decoración. Estos resultados estuvieron fuera de lo esperado por los autores.

Guzmán (1979), estudió el comportamiento decorador del cangrejo araña *O. bicornuta* en el litoral del Caribe de Costa Rica. La mayoría de los cangrejos cuando fueron puestos en un extremo de la pecera sin algas, se desplazaron al extremo cubierto por algas. Hubo diferencia en el decorado de adultos y jóvenes. Los jóvenes siempre se decoraron totalmente, mientras que los adultos (machos y hembras) solo lo hicieron parcialmente en la región dorso-anterior del exoesqueleto o no se decoraron. *Omalacantha bicornuta* presentó un patrón característico al decorarse. El cangrejo renovó su decorado cada tres o cinco días, arrancándose parte de las algas y llevándoselo a la boca como alimento. Mostró una clara preferencia por algas de filamentos cortos y de textura suave como material para decorarse.



Sánchez-Vargas y Hendrickx (1987), observaron el uso de algas y esponjas por parte de cangrejos decoradores tropicales en la ensenada de Puerto Viejo, Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. De las 16 especies tropicales de májidos que recolectaron, 12 presentaron hábito decorador y el material de preferencia fueron algas y esponjas. *Eucinetops rubellata*, *Microphrys platysoma* y *Pelia pacifica* utilizaron algas y esponjas, mientras que *Ala cornuta*, *Pitho sexdentata* y *Thoe sulcata sulcata* se decoraron con esponjas solamente y *Acanthonyx petiveri*, *Epialtus minimus*, *E. sulcirostris* y *Mithrax denticulatus* no fueron observadas con decoración. Concluyeron que los cangrejos tienden a utilizar las algas más accesibles en su hábitat.

Carmona-Suárez (1992), mostró la variación de tamaño en la interpoblación del cangrejo decorador tropical *O. bicornuta* en Buchuaco, Venezuela. La media para el largo del caparazón de los machos fue de 8.5 mm y una moda de 4 mm, indicando que los organismos de tallas grandes no son muy frecuentes, mientras que las tallas para las hembras postpubertad, oscilaron en una media de 13.9 mm con un mínimo de 7.94 mm y un máximo de 20.4 mm. Comparado con los datos de Jamaica sobre el crecimiento en machos de *O. bicornuta*, la media de la talla era 22.5 mm y dichos datos no corresponden con lo encontrado en Buchuaco. De igual manera, para las hembras fue una media de 19.6 mm con un mínimo de 13 mm y un máximo de 24 mm. Estas diferencias en la media de talla entre poblaciones de la misma especie podrían ser explicadas por las variaciones de latitud.

Wicksten (1993) recopiló información de diversos artículos sobre la decoración en cangrejos de la familia Majidae y elaboró un modelo del comportamiento decorador. La reseña se basó principalmente en cangrejos decoradores de South Padre Island, Texas; Key Largo, Florida; Isla Cozumel, México y en el Golfo de California. Los cangrejos araña



frecuentemente se decoran colocando piezas de organismos marinos entre las setas curvadas de su exoesqueleto. Este comportamiento puede estar ausente en cangrejos grandes o en aquellos que viven a gran profundidad, en arena o en hendiduras estrechas. Aunque algunas especies ponen materiales comestibles en sus cuerpos y más tarde, los remueven y comen, la mayoría de los cangrejos araña se decoran para esconderse contra depredadores. El modelo que se desarrolló es: $Level = (f+P+h) - (e+s)$ y cada uno de los elementos representan factores que influyen en la decoración (estado de evolución, hábitat, tamaño, comida y depredadores de la especie de cangrejo araña).

Fernández *et al.* (1998), inspeccionaron la epibiosis y los patrones ornamentales de cobertura en el cuerpo del cangrejo araña *Maja squinado*, así como la influencia de las características conductuales y ecológicas del hospedero en la ría de Arousa (Galicia, noroeste de España). Los individuos que habitaban zonas poco profundas, generalmente caracterizados por su menor tamaño y mudas más frecuentes (juveniles), mostraron un marcado comportamiento de autodecoración con algas erectas y un mayor nivel de cobertura corporal en comparación con los adultos que habitaban áreas más profundas y en estos, la epibiosis con briozoarios y balanos fue más común que la autodecoración. La disponibilidad de material para la decoración (principalmente algas) fue mayor en las temporadas de primavera y verano, cuando se alcanzaron los niveles de cobertura más altos del material de decoración. Hubo una correlación negativa entre el grado de cobertura y el tamaño del cangrejo araña.

López *et al.* (2000), caracterizaron la población de *O. bicornuta* en Isla Margarita, Venezuela. Los resultados indicaron que la proporción de sexos fue de casi 1:1 durante el ciclo anual. Se observaron hembras y machos mudados, así como hembras ovígeras. La distribución de la frecuencia de tallas y la talla al inicio de la madurez sexual, estimadas por



el crecimiento relativo de los caracteres sexuales secundarios y el valor de RSOM (tamaño relativo al inicio de la madurez, por sus siglas en inglés) difirieron de las estimadas en estudios realizados en Buchuaco, Venezuela y Jamaica.

Stachowicz y Hay (2000), analizaron la variación geográfica en la especialización del camuflaje del cangrejo decorador *Libinia dubia* en Carolina del Norte, EE.UU. Los cangrejos de tres sitios del norte, donde *Dictyota menstrualis* (alga tóxica) está ausente, se camuflaron para adaptarse a su entorno, en lugar de acumular selectivamente una sola especie. Cuando se dió *D. menstrualis* a los cangrejos de los sitios del norte, no distinguieron entre esta y otras algas para camuflarse, mientras que los cangrejos del sur de Carolina del Norte usaban *D. menstrualis* casi exclusivamente. Además, en invierno y primavera, cuando *D. menstrualis* estuvo ausente en Carolina del Norte, *L. dubia* se camufló selectivamente con la esponja solar *Hymeniacidon heliophila*, que era químicamente desagradable para los peces locales. Así, los cangrejos del sur eran especialistas consistentes en camuflarse con especies que les proporcionaran una defensa química, mientras que los cangrejos del norte no mostraban esta tendencia a la exclusividad.

Thanh *et al.* (2003), presentaron evidencia sobre el comportamiento decorador como protección ante depredadores del cangrejo májido *Tiarinia cornigera* en Japón. La supervivencia dos días después de los cangrejos decorados fue significativamente más alta que aquellos cangrejos que no estaban decorados en la poza intermareal rocosa. Mientras tanto, en los experimentos de laboratorio, los cangrejos usaron más las algas en presencia de peces globo (depredadores) que cuando los depredadores estaban ausentes. Es decir, *T. cornigera* se decoró con algas en respuesta a los depredadores para reducir la presión de depredación.



Szebeni y Hartnoll (2005), describieron la estructura y distribución de las setas de caparazón en ocho cangrejos araña británicos de la Isla de Man, que se encuentra entre Irlanda y Gran Bretaña. Las setas del caparazón de los organismos fueron predominantemente en forma de gancho (hamate), seguidas de las setas dobladas y setas rectas, a las cuales las especies unieron materiales con el propósito de ocultarse. La diversidad de setas en el caparazón varió de dos a seis tipos setales diferentes por especie y ciertas setas pueden asignarse a especies particulares.

Berke y Woodin (2008), analizaron los costos energéticos, las variaciones ontogenéticas y el dimorfismo sexual en la decoración de los cangrejos araña, haciendo un énfasis en *Oregonia gracilis* en Friday Harbor, Washington y Chicago, EE.UU. Este cangrejo presentó setas en forma de gancho y paposas, las cuales decoró con una diversidad de organismos sésiles; incluidas algas rojas, verdes y pardas, briozoarios, hidrozoos, esponjas, diatomeas y cianobacterias. Los adultos de *O. gracilis* son sexualmente dimórficos tanto en el grado de decoración como en la densidad de las setas. Los machos adultos se decoraron seis veces menos y tuvieron menos setas paposas y setas en forma de gancho, comparado con hembras y juveniles. Además, las setas con forma de gancho y paposas estuvieron correlacionadas entre sí y con el tamaño de la pinza del macho. Finalmente, en una revisión bibliográfica recopilaron que *O. bicornuta* no presenta variaciones ontogenéticas.

Salazar y Brooks (2012), examinaron la morfología ultraestructural y la distribución de setas en el exoesqueleto del cangrejo decorador *O. bicornuta* en Florida EE.UU. Las setas gancho fueron las estructuras primarias utilizadas por el cangrejo para unir algas a su cuerpo. Estuvieron presentes 11 estructuras setales en rostro, caparazón y pereiópodos, de diferente complejidad y morfología. Dentro del conjunto de estas 11 setas, se descubrieron dos nuevos tipos de setas y se sugirió una posible nomenclatura. Además,



realizaron experimentos de ablación en las setas gancho, donde las setas del exoesqueleto que quedaron intactas, los cangrejos agregaron un promedio de 0.022 gr de alga por cm², en cambio, cuando se extirparon las setas gancho, hubo una disminución significativa, reduciéndose la cantidad de algas añadidas para la decoración a un promedio de 0.001 gr por cm².

Salazar (2013), estudió los aspectos funcionales del comportamiento y morfología en el cangrejo decorador *O. bicornuta* en los Cayos de la Florida EE.UU. Este, mostró una relación entre el consumo de algas y los materiales algales utilizados para la decoración, es decir, estas sirvieron simultáneamente como alimento a corto plazo para los cangrejos.

Hein y Jacobs (2016), examinaron la importancia de las transiciones conductuales durante la metamorfosis para la supervivencia de los juveniles del cangrejo decorador *Oregonia gracilis* en los muelles de los laboratorios Friday Harbor de la Universidad de Washington, EE.UU. Encontraron que la seta en forma de gancho requerida para la decoración está ausente en la etapa de megalopa, pero está presente en la etapa juvenil del primer estadio. El inicio de la conducta de decoración estuvo estrechamente acoplado con esta transición morfológica. Además, se observaron cambios ontogénicos en la decoración entre los juveniles de estadios tempranos y adultos: los juveniles decoraron activamente con restos orgánicos, en lugar de cualquiera de los materiales ofrecidos comúnmente utilizados por sub-adultos y adultos.

Cruz-Rivera *et al.* (2017), detectaron diferencias relacionadas al sexo en la alimentación de los mesopastores *Gammarus aequicauda* (Amphipoda) y *O. bicornuta* en sitios contrastantes; lago Qarun en la Depresión Fayum de Egipto (anfípodos) y en la Bahía Brewers, St. Tomas, EE.UU. Ambos sexos del anfípodo, mostraron preferencias similares por *Ulva* cf. *prolifera*. En contraste, las hembras de *O. bicornuta* prefirieron



significativamente el alga *Acanthophora spicifera* sobre *Ulva fasciata*, mientras que los machos no mostraron preferencias. Para ambos mesopastores, las hembras consumieron significativamente más algas por masa que los machos. Al expresar el consumo como masa de algas ingeridas por individuo, longitud individual o ancho individual, no se detectó ninguna diferencia relacionada con el sexo para estos dos consumidores.

Cabrera y Jover (2019), identificaron las algas epibiontes en cangrejos braquiuros que habitan en pozas intermareales en Campismo La Mula, en el municipio de Guama, al oeste de Santiago de Cuba. Sobre el exoesqueleto de *Actaea bifronsse*, *Macrocoeloma trispinosum* y *O. bicornuta*, encontraron 15 macroalgas epibiontes; ocho rodofíceas, cuatro clorofíceas y tres feofíceas. Las familias Ceramiaceae y Cladophoraceae fueron las de mayor riqueza, con tres especies cada una. Para *O. bicornuta* reportaron que se encontró en mantos de macroalgas dominados por *Laurencia*, *Gracilaria* y *Digenia*, creciendo sobre rocas sedimentarias. Se recolectaron a 40 cm de profundidad y sus epibiontes fueron cinco rodofíceas: *Ceramium cimbricum*, *Gayliella transversalis*, *Gracilaria* sp, *Spyridia filamentosa*, *Octhodes secundiramea*, dos feofíceas: *Feldmannia mitchellidae* y *Sphacelaria tribuloides* y dos clorofíceas: *Cladophora catenata* y *Rhizoclonium riparium*.



HIPÓTESIS

Si los cangrejos májidos poseen diversas ornamentaciones setales en su cuerpo, variabilidad en los tipos de organismos adheridos, relación entre el sexo y la decoración, así como influencia de la variación geográfica en dicha conducta, entonces *Omalacantha bicornuta* presentará en caparazón, rostro y pereiópodos setas barbadas, connadas, cúspide, gancho, paposas, peniculadas, plumodentículadas, plumosas, serradas, simples y triserradas. Siendo las hembras las que muestren mayor proporción de decoración.



OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar y determinar la ornamentación de setas en el cangrejo decorador *Omalacantha bicornuta* en la playa rocosa de Montepío Veracruz, México.

Objetivos particulares

1. Identificar el tipo de setas en rostro, caparazón y pereiópodos en el cangrejo májido *O. bicornuta* de la playa rocosa de Montepío.
2. Evaluar la proporción de decoración de *O. bicornuta* en Montepío, para posteriormente hacer una comparación basada en el nivel de madurez.
3. Comparar el tipo de setación con base en el nivel de madurez de los organismos (juvenil y adulto).
4. Obtener fotografías de microscopía electrónica de barrido (MEB) de las setas de *O. bicornuta* para observar la morfoestructura de las setas y categorizarlas en los diversos tipos de acuerdo a una clasificación previa en la literatura.



ÁREA DE ESTUDIO

La playa rocosa de Montepío está ubicada en el municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México en las coordenadas 18° 28' 31" N, 95° 17' 58" W y se encuentra situada en el sur del Golfo de México (Fig. 5) y en la desembocadura de los ríos Col y Máquinas, aproximadamente a 160 km al sur del puerto de Veracruz (Hernández *et al.*, 2010; González, 2019). El Golfo de México es una región marítima del Océano Atlántico. Es un sistema semicerrado con una entrada de agua oceánica por el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán y con una salida al Océano Atlántico a través del Estrecho de la Florida, entre la península de Florida y la Isla de Cuba. Los vientos tienen gran importancia en la mezcla vertical del Golfo de México, en el invierno, los nortes y en el verano las tormentas tropicales y los huracanes, hacen más profunda la capa mezclada, incorporando nutrientes a la zona fótica. La plataforma de Tamaulipas y Veracruz tiene mucho intercambio con la plataforma de Texas y está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. Asimismo, la zona de Tamaulipas es relevante porque actúa como un corredor biológico en el transporte de nutrientes, larvas y organismos, además de servir de conexión entre los diferentes sistemas lagunares costeros (Zavala *et al.*, 2006).

El área de Los Tuxtlas presenta un relieve rocoso a causa de la actividad volcánica de dos épocas geológicas, las más viejas representadas por la sierra de Santa Marta con sus varios cráteres y las más recientes, los conos cineríticos, alrededor del volcán San Martín Tuxtla (Siemens, 2009). Dicho relieve rocoso se refleja en el litoral, donde se observan las playas bajas con cordones de dunas interrumpidas por acantilados de roca basáltica (Hernández *et al.*, 2010). El litoral rocoso se extiende desde el área costera, situado al norte del volcán San Martín, hasta la zona del cerro Pelón-Pajapan, o la punta Puntilla a punta San Juan (Hernández *et al.*, 2010). A pesar de que en esta zona el agua



presenta turbidez por la influencia de los ríos Col y Máquinas (Hernández y Álvarez, 2007; Vassallo *et al.*, 2014), es una zona rica en nutrientes por el aporte de materia orgánica que se sedimenta sobre la roca basáltica proveniente del volcán San Martín (Álvarez *et al.*, 1999).



Figura 5. Área de estudio de la playa rocosa de Montepío, Veracruz, México (Tomado y modificado de Hernández *et al.*, 2010; Vassallo *et al.*, 2014).

La comunidad de invertebrados intermareales se desarrolla sobre el antiguo derrame de lava producto del volcán San Martín que penetra al mar cerca de 60 m a partir de la playa de Montepío con profundidades de hasta 1.5 m (Vassallo *et al.*, 2014). Esta área de los escurrimientos de lava son un sustrato propicio para el establecimiento de una gran



variedad de algas con crecimiento en rosetas (Hernández, 2009). Se sabe de la presencia de algas pertenecientes al Phylum Rhodophyta como el grupo de mayor riqueza florística en el área de estudio, seguido de las Chlorophyta y las Ochrophyta, predominando los géneros *Dictyota*, *Laurencia* y *Padina* (Ayhllon, 2018).

Presenta un clima tropical (Am) y su régimen térmico es cálido-regular con temperatura media anual de 24.6 °C con gran precipitación pluvial (Hernández *et al.*, 2010). El régimen de mareas en esta región es mixto y diurno con una amplitud máxima de cerca de 30 cm (Vassallo *et al.*, 2014). En Montepío se reconocen tres distintas épocas estacionales. La época de secas que corresponde a los meses de marzo, abril y mayo, la época de lluvias que abarca de junio a octubre y otra en la que se originan frentes fríos conocidos como “nortes” de noviembre a febrero (Hernández *et al.*, 2010). Desde el punto de vista meteorológico, el área se encuentra bajo la influencia de disturbios cíclicos provocados por la época de nortes que ocasionan un oleaje de mayor intensidad, así como la resuspensión del sedimento, lo que genera diferente grado de estrés en los organismos que ahí habitan (Hernández *et al.*, 2010).

En la playa rocosa de Montepío (Fig. 6a) la intensidad del oleaje en la hora vespertina del día es alta con ascenso de la marea, teniendo como resultado pozas de marea. Tal y como está indicado por su nombre, hay una gran cantidad de roca de diferentes tamaños en la zona (Fig. 6b). La arena es de grano grueso y con poca cantidad de materia orgánica. La zona intermareal y costera son amplias. Si bien es una playa de acceso fácil para la población no hay muchas personas, esto se ve reflejado en que la cantidad de basura es poca. Es una zona con luz de alta intensidad y expuesta de manera directa a fenómenos meteorológicos como lo son los huracanes y las tormentas (observaciones personales).





Figura 6. Playa rocosa de Montepío, Veracruz, México: **a)** panorámica de la playa rocosa de Montepío, **b)** detalle del intermareal rocoso.



MATERIAL Y MÉTODO

Procesamiento de laboratorio de los organismos de la Colección Nacional de Crustáceos

Los organismos utilizados fueron obtenidos de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología (IB), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). A través de una búsqueda en la base de datos de las especies contenidas en la colección, colocando el nombre propuesto anteriormente de la especie (*Microphrys bicornutus*) y seleccionando únicamente aquellos frascos de la especie pertenecientes a Montepío, Veracruz, México.

Los organismos seleccionados fueron sexados revisando el abdomen (abdomen estrecho en machos y abdomen más amplio en hembras) y se clasificaron en adultos y juveniles de acuerdo con el tamaño de los organismos y la definición del abdomen. Se colocaron en diferentes cajas de petri según lo obtenido para posteriormente medir el largo (considerando el cuerno rostral) y el ancho del cefalotórax de cada uno de los organismos con un Vernier 6 Pretul (Fig. 7a) y se registraron los datos por categoría: macho adulto (M), hembra adulta (H), ovígera (O) y juvenil (J) en una hoja de Excel Office 2016 para la construcción de una base de datos. Se realizó una evaluación a criterio propio sobre la proporción de decoración de la parte dorsal del cefalotórax, quelípedos y pereiópodos en cada uno de estos grupos y lo obtenido se anotó de igual manera en la base de datos de Excel.

Las setas del cuerpo de los cangrejos *O. bicornuta* se limpiaron detalladamente con pinzas de relojero y agujas de disección (Fig. 7b). Una vez que estuvieron las setas limpias se trasladaron los organismos individualmente en cajas de Petri al microscopio Leica S6D y con la cámara digital para microscopio (VE_LX 1800) y el programa Image View, se capturaron fotografías de los campos setales presentes en los cangrejos, los cuales



previamente fueron ubicados en el microscopio estereoscópico para facilitar la toma de fotografías. Solo un organismo (Fig. 9a) no fue limpiado de su material de decoración con el propósito de hacer una comparativa.

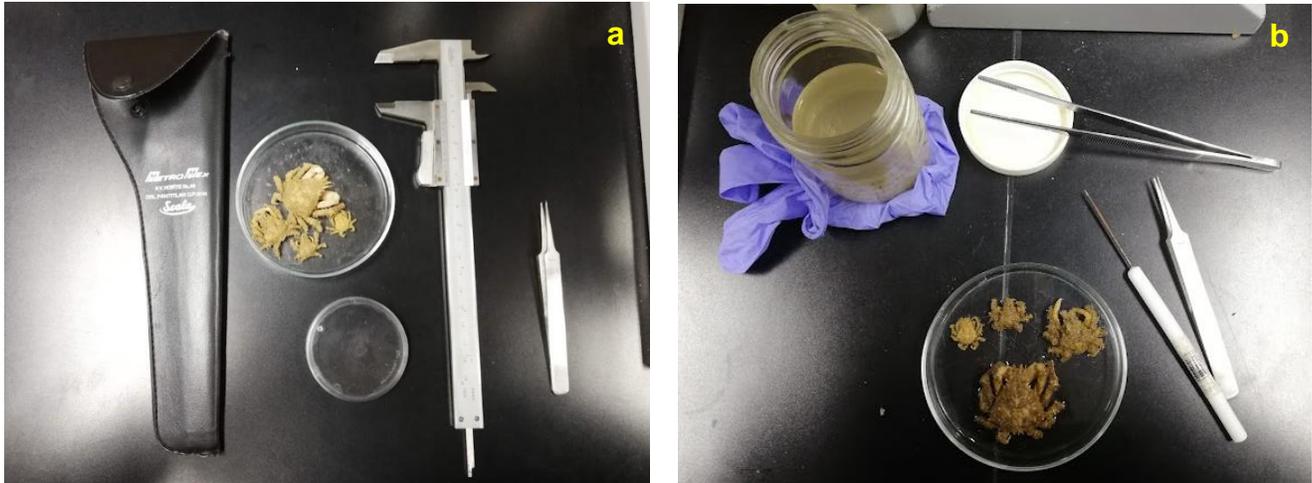


Figura 7. Fases iniciales del método. a) Mediciones del ancho y largo del cefalotórax, b) limpieza de setas en *O. bicornuta*.

Obtención de fotografías de las setas de Omalacantha bicornuta

Se contó con muestras ya preparadas (material de donación de la Colección Nacional de Crustáceos) de organismos completos y partes del cuerpo (Fig. 8) para la obtención las imágenes de las setas con el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) (Hitachi modelo SU1510) del IB, UNAM. De igual forma, se hizo uso de material fotográfico donado por parte del IB, UNAM. Dicho material fue previamente capturado en el año 2015.





Figura 8. Muestras procesadas y recubiertas de oro de partes del cuerpo de diversos cangrejos de *O. bicornuta* para el MEB.

Categorización de las setas

Con base en las imágenes obtenidas, se observó la morfoestructura de las setas y se categorizaron en los diversos tipos de acuerdo con Szebeni y Hartnoll (2005), Salazar y Brooks (2012) y Lavalli *et al* (2018). Se hizo un mayor enfoque en Salazar y Brooks (2012) al tratarse de igual manera sobre *Omalacantha bicornuta*. Así mismo, se comparó el tipo de setación con base en el nivel de madurez de los organismos.





Figura 9. Comparación de la decoración en *O. bicornuta*. a) setas con material de decoración, b) setas sin material de decoración.

Procesamiento de la base de datos

Se calculó el promedio del largo del caparazón (LC) de los organismos para cada sexo.

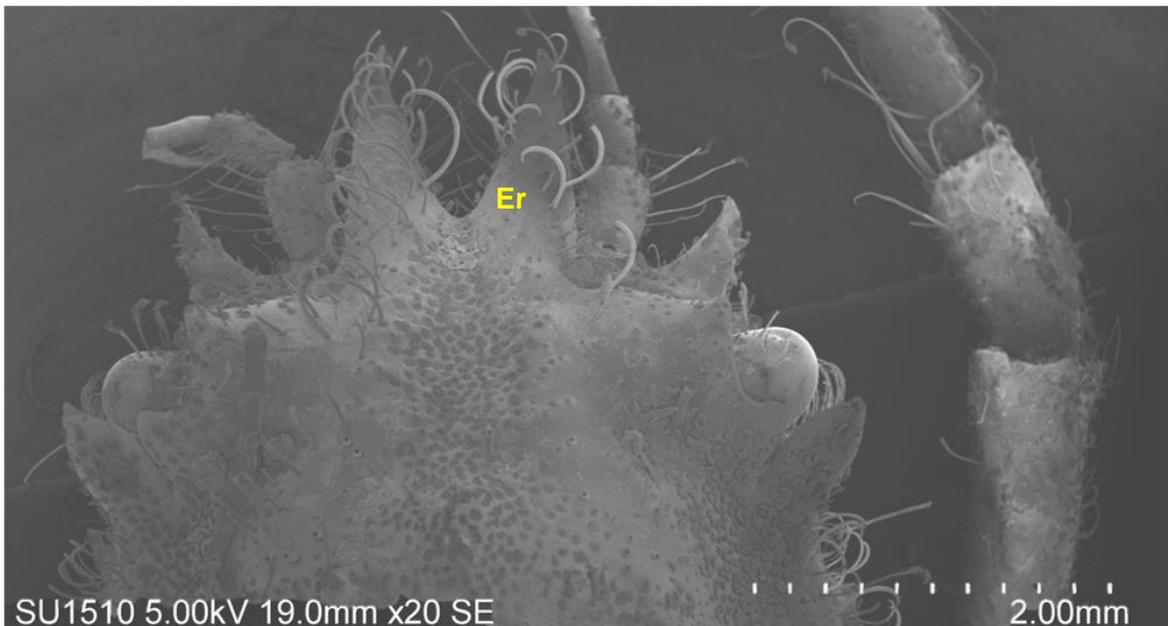


Figura 10. Rostro de *Omalacantha bicornuta* en Microscopio Electrónico de Barrido. Er; espina rostral o cuerno.



RESULTADOS

I. Medidas de caparazón en Omalacantha bicornuta.

A partir de la información que ofrecen distintos autores y los propios, se muestra una comparación del promedio del largo del caparazón de *O. bicornuta* (Tabla 1). Se puede apreciar que Carmona-Suárez (1992), fue el que encontró que los machos en promedio miden 8.5 mm, mientras que López *et al.* (2000), reportó un promedio de 15.20 mm. En este estudio, el valor del largo del caparazón en machos fue 15.7 mm, siendo este dato el menor entre las localidades consideradas.

Para el caso de las hembras, Carmona-Suarez (1992), reportó un promedio de 19.6 mm, siendo este el valor más alto; en tanto que López *et al.* (2000), obtuvieron un valor de 14.97 mm y para Montepío, no hubo registro de hembras. López *et al.* (2000), mencionan que el promedio del largo de caparazón de las hembras ovígeras es de 17.01 mm, mientras que, para este estudio, se encontró 17.5 mm. Carmona-Suarez no reportaron datos para hembras ovígeras.

Finalmente, en este trabajo (Luna, 2023) se obtuvo un promedio de 0.9 cm de largo de caparazón en juveniles. Los otros autores no hacen mención de estos valores. Queda demostrado así que, las medidas del largo de caparazón varían de acuerdo con la localidad.

Tabla 1. Promedio de las mediciones del largo del caparazón de *Omalacantha bicornuta* reportadas por diversos autores en diferentes localidades.

Autor y año	Localidad	Largo del caparazón (mm)			
		Machos	Hembras	Ovígeras	Juveniles
Carmona-Suarez, 1992	Buchuaco, Venezuela	8.5	19.6	-----	-----
López <i>et al.</i> , 2000	Isla Margarita, Venezuela	15.20	14.97	17.01	-----
Luna, 2023	Montepío, México	15.7	-----	17.5	9



Se midió un total de siete individuos obtenidos de la CNCR para obtener las medidas de largo y ancho del cefalotórax de acuerdo con el estadio del organismo en juvenil, macho o hembra ovígera. Se puede percibir que en el caso de los organismos juveniles solo se encontró un organismo y su largo fue de 0.9 cm y ancho de 0.7 cm. Los machos adultos van desde 0.8 cm a 2.7 cm. Mientras que el ancho del cefalotórax va de 0.6 cm a 2.1 cm. Para las hembras ovígeras el largo del cefalotórax va de 1.7 cm a 1.8 cm y el ancho de 1.4 cm y 1.3 cm (Tabla 2, Fig. 11).

Varía el tamaño de los organismos según el sexo que estos sean.

Tabla 2. Medidas del largo y ancho del cefalotórax de *O. bicornuta* de acuerdo con el estadio.

N° de individuo	Sexo	Largo de cefalotórax (cm)	Ancho de cefalotórax (cm)
1	Juvenil	0.9	0.7
2	Macho*	0.8	0.6
3	Macho*	1.0	0.8
4	Macho*	1.8	1.3
5	Macho*	2.7	2.1
6	Ovígera	1.7	1.3
7	Ovígera	1.8	1.4

*organismos adultos



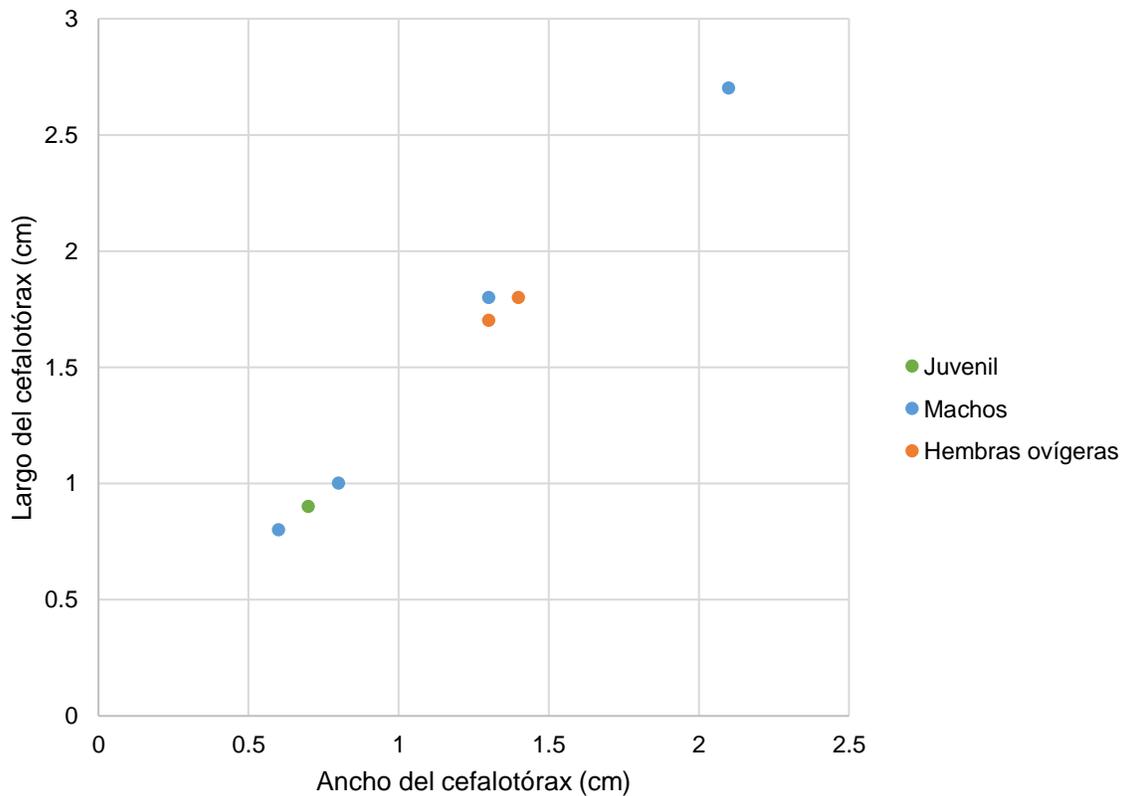


Figura 11. Medidas del largo y ancho del cefalotórax de *Omalacantha bicornuta* de acuerdo con el estadio.

II. Decoración de *Omalacantha bicornuta*.

La decoración de los machos adultos de *O. bicornuta* es parcial por la poca cantidad observable de material adherido a las setas y porque sólo estaba depositado dicho material en rostro y cefalotórax. En el caso contrario de los juveniles la decoración fue total ya que el material unido a las setas se presentó en mayor cantidad y las partes cubiertas del cuerpo con elementos de decoración fueron rostro, cefalotórax y pereiópodos. Las hembras ovígeras presentaron una decoración parcial. Es importante mencionar que son datos basados en una opinión cualitativa (Tabla 3).

Los materiales de decoración referidos fueron principalmente algas filamentosas, pero también había granos de arena y otros materiales no reconocibles por el estado de conservación de los organismos.



Tabla 3. Comportamiento decorador de diversos cangrejos majidos, por especie y estadio de desarrollo.

Autor y año	Localidad	Especie	Decoración			
			Machos	Hembras	Ovígeras	Juveniles
Guzmán, 1979	Litoral del Caribe de Costa Rica	<i>Omalacantha bicornuta</i>	Parcial	Parcial	-	Total
Fernández <i>et al.</i> , 1998	Ría de Arousa, España	<i>Maja squinado</i>	Parcial	Parcial	-	Total
Berke y Woodin, 2008	Washington y Chicago, EE.UU.	<i>Oregonia gracilis</i>	Parcial	Total	-	Total
Hein y Jacobs, 2016	Washington, EE.UU.	<i>Oregonia gracilis</i>	Parcial	Parcial	-	Total
Luna, 2023	Montepío, Veracruz, México	<i>Omalacantha bicornuta</i>	Parcial	-	Parcial	Total

Respecto al largo del cefalotórax, el valor más grande y el más pequeño corresponden a los machos: 2.7 cm y 0.8 cm respectivamente. El largo del cefalotórax promedio de los machos es de 1.57 cm, mientras que en las hembras es 1.75 cm. El sexo con mayor dispersión en la distribución de datos fueron los machos con 0.86. Los juveniles no presentan variación en los datos al tratarse de un solo organismo (Tabla 4).

Tabla 4. Valores estadísticos de las mediciones de estudio del largo del cefalotórax (cm)

Sexo	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación estándar
Juveniles	0.9	0.9	0.9	---
Machos	2.7	0.8	1.57	0.86
Hembras ovígeras	1.8	1.7	1.75	0.07



Ahora bien, con respecto al ancho del cefalotórax, el valor más grande y el más pequeño corresponden también a los machos, 2.1 cm y 0.6 cm respectivamente. El largo del cefalotórax promedio es de 1.20 cm, mientras que en hembras es 1.35 cm. El sexo con mayor dispersión de la distribución de datos fueron los machos con 0.66. Los juveniles no presentan variación en los datos al tratarse de un solo organismo (Tabla 5).

Tabla 5. Valores estadísticos de las mediciones de estudio del ancho del cefalotórax (cm)

Sexo	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación estándar
Juveniles	0.7	0.7	0.7	---
Machos	2.1	0.6	1.20	0.66
Hembras ovígeras	1.4	1.3	1.35	0.07

*III. Análisis del tipo de setación en *Omalacantha bicornuta*.*

A continuación, se presentan las fotografías tomadas en el MEB y la microscopía estereoscópica, para el análisis del tipo de setación. En la figura 12a se muestra el campo setal de la zona dorsal del rostro tomada en el microscopio estereoscópico, mientras que en la figura 12b se muestra la imagen lograda gracias al MEB de la misma zona apreciando con mejor detalle este campo setal. Podría parecer no necesarias las fotografías del MEB para apreciar la presencia y conformación de los campos setales. Sin embargo, esta vista es general, para la identificación de las demás setas desde una vista individual, el MEB muestra todos los detalles con mayor definición (Figs. 12-15).

Las setas gancho (Fig. 12c-e) son gruesas, manteniéndose así desde el extremo proximal (base) hasta el extremo distal (ápice), en donde al final se adelgaza. Suelen tener uniformidad en cuanto al largo. Se pueden encontrar en grupos de siete setas. La



característica más relevante son los dentículos presentes en el borde de la región curva del margen interno. Éstos se encuentran en 12 pares por seta formados en línea paralela, son de tamaño uniforme y notoriamente menor al propio de las setas gancho. El grosor de los dentículos disminuye en la parte apical de los mismos.

Las setas plumosas (Fig. 13a) son largas y semi rectas con una ligera curva en la parte del ápice que es variable entre setas del mismo tipo. Se encuentran en grupos de ocho. Las sétulas largas y delgadas presentes en los lados opuestos de estas se encuentran más abundantes en la parte del extremo distal y con una tendencia a estar por pares en diferentes direcciones, siendo aproximadamente 18 sétulas largas por estructura. Este campo setal (Fig. 12f) se encuentra solamente en el ojo izquierdo del organismo, el ojo derecho no lo presentó.

Las setas paposas son setas alargadas de grosor uniforme que presentan sétulas desde la mitad de la estructura hasta el ápice. Dichas sétulas son en su mayoría cortas, rectas y orientadas hacia arriba y no tan abundantes. Una de las setas paposas se encuentra localizada en el rostro de *O. bicornuta*, anterior al diente rostral (Fig. 13d). Un rasgo que llama la atención dentro de este estilo de seta paposas, es que puede poseer sétulas más alargadas y menos densas que otras setas de este mismo tipo. Además, en la parte del ápice se forma una curvatura similar a un gancho no tan pronunciado. Así mismo, hay una tendencia de estar solitarias entre de otros tipos de setas, por ejemplo, setas connadas (Fig. 13e). Se observan los puntos de intersección de un conjunto de tres setas simples agrupadas juntas. Se muestra también el socket en donde están embebidas (Fig. 13f).



En la figura 13a se aprecia que las setas rectas también tienen funciones de adhesión o incorporación de material de decoración gracias a las pocas estructuras casi imperceptibles con forma circular (probables denticulos) presentes en el cuerpo de la seta.

Las setas connadas (Figs. 14b-c), así como las setas cúspide, simples (Figs. 13b-c) y serradas, son consideradas setas anulares sin sétulas.

Las setas connadas presentes en el borde del caparazón van adquiriendo una configuración diferente a las que se encuentran en la parte central del mismo, sufren un cambio de posición de horizontal (Fig. 14b) a vertical (Fig. 15b).

Se observa una disminución evidente de la densidad setal en el dactilo, dedo fijo y palma (Fig. 14d). Las setas connadas, particularmente presentan un intento de arreglo y disposición, dirigiendo siempre el extremo más delgado hacia un lado y los extremos anchos hacia otro (Fig. 16c).

Solamente en una parte del cuerpo de *O. bicornuta*, se pueden encontrar diversas setas, como las gancho, simples y connadas (Fig. 15a). Se observa una ornamentación en el caparazón (Fig. 15c) de forma esférica que se encuentra rodeada por 12 setas connadas. En su superficie, presenta lo que al parecer son futuras setas o setas connadas de un tamaño muy reducido y están acomodadas en espiral a lo largo de la esfera (Fig. 15d). En la superficie del ornamento están tres setas simples, una connada, una seta no identificable y justamente en el centro un socket con la base de una seta de mayor tamaño. Hay dos formas esféricas más idénticas a esa a lo largo del caparazón de *O. bicornuta* (Fig. 15d). Sin embargo, hay protuberancias similares de menor tamaño y sin detalles que dan la apariencia que son ornamentaciones, las cuales no se han desarrollado del todo, es decir, ornamentos que se convertirán en esferas como la observada.



Puede haber hasta cinco setas simples del mismo grosor embebidas en un solo socket, tal y como se observa en la figura 15e. En la base las setas se encuentran separadas unas de las otras, pero en la parte media del conjunto setal se unen todas y solo una tiene mayor longitud, quedando una configuración de una seta “principal” y cuatro “secundarias”. Mientras que en la figura 15f, hay cuatro setas simples de diferentes tamaños, siendo la de menor longitud la más fina y las de mayor longitud, las más gruesas. Las cuatro setas se encuentran en el mismo conglomerado e igualmente separadas entre sí en el extremo proximal, pero a la mitad se unen tres de estas. Una está unida completamente al conjunto setal y dos presentan una clara bifurcación. Dejando una configuración de dos setas “principales” unidas parcialmente entre sí y una seta simple “secundaria”.

Hay una densidad setal considerable de las setas cúspide medianas (Fig. 16a) en el cefalotórax. Estas setas se encuentran con el ápice orientado hacia una misma dirección, están separadas entre sí, presentan forma de triángulo isósceles y son fáciles de confundir con las setas connadas por su similar morfología. Las setas cúspide medianas mantienen un grosor y longitud similar entre sí y son de tamaño pequeño. Están en posición horizontal con un ligero ángulo de elevación. La superficie de dichas setas no es lisa. Casi no hay a su alrededor otros tipos de setas y las que están presentes son setas simples de longitud corta. Una de las setas que está entre las setas cúspide medianas, es una seta gancho con posición completamente horizontal, donde el extremo distal está contenido en un hueco del caparazón que encaja con las medidas del ápice, adquiriendo forma de grapa.



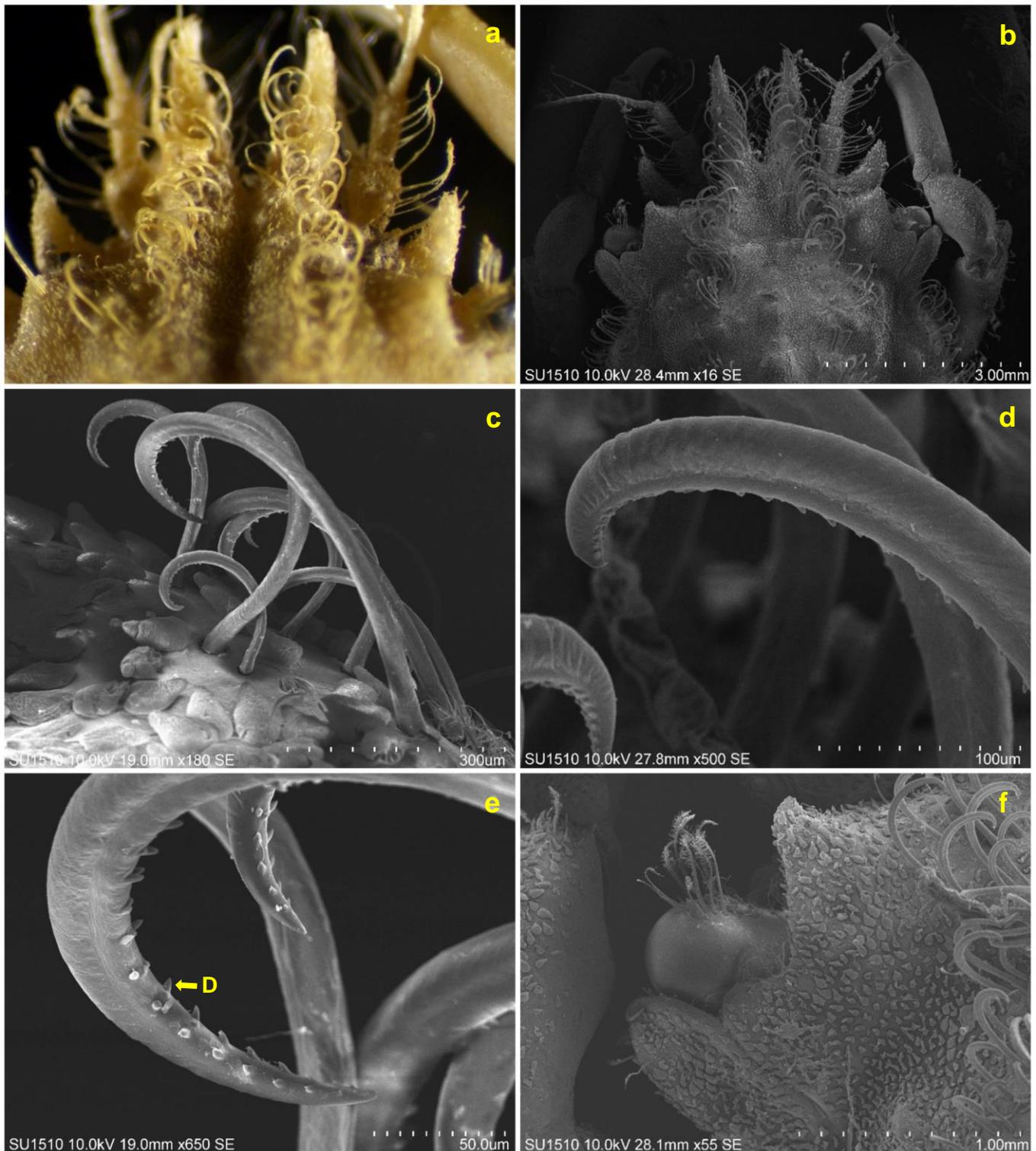


Figura 12. Setas observadas en *Omalacantha bicornuta*: a, setas gancho en la zona del rostro, características de la superfamilia Majoidea. Vista dorsal capturada con cámara digital para microscopio; b, vista dorsal capturada MEB; c, vista general; d, vista individual; e, vista del margen interno con denticulos (D) en la curva distal; f, setas plumosas presentes en el ojo.



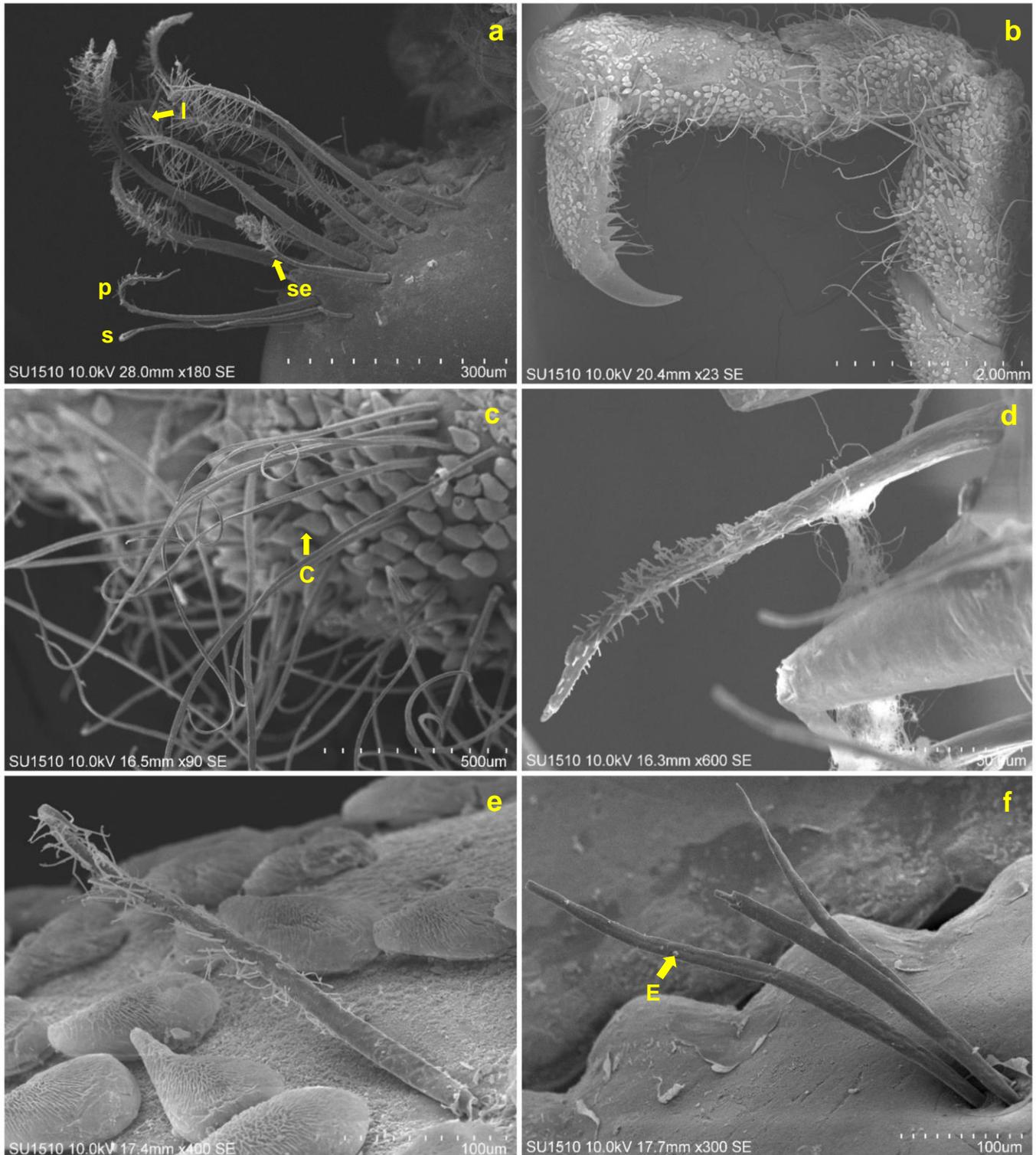


Figura 13. Diversidad de setas en *Omalacantha bicornuta*: a, setas plumosas con sétulas cortas (se) y largas delgadas (l) presentes en el ojo. Así como un conjunto de setas diferentes: paposa (p) y simple (s); b, vista general de setas simples y setas connadas en pereiópodo; c, acercamiento a las setas simple y en segundo plano las setas connadas (C); d, seta paposa ubicada en la parte frontal del rostro; e, seta paposa única entre setas connadas; f, evidente punto de inserción de la seta y estructura que posibilita la adhesión (E).



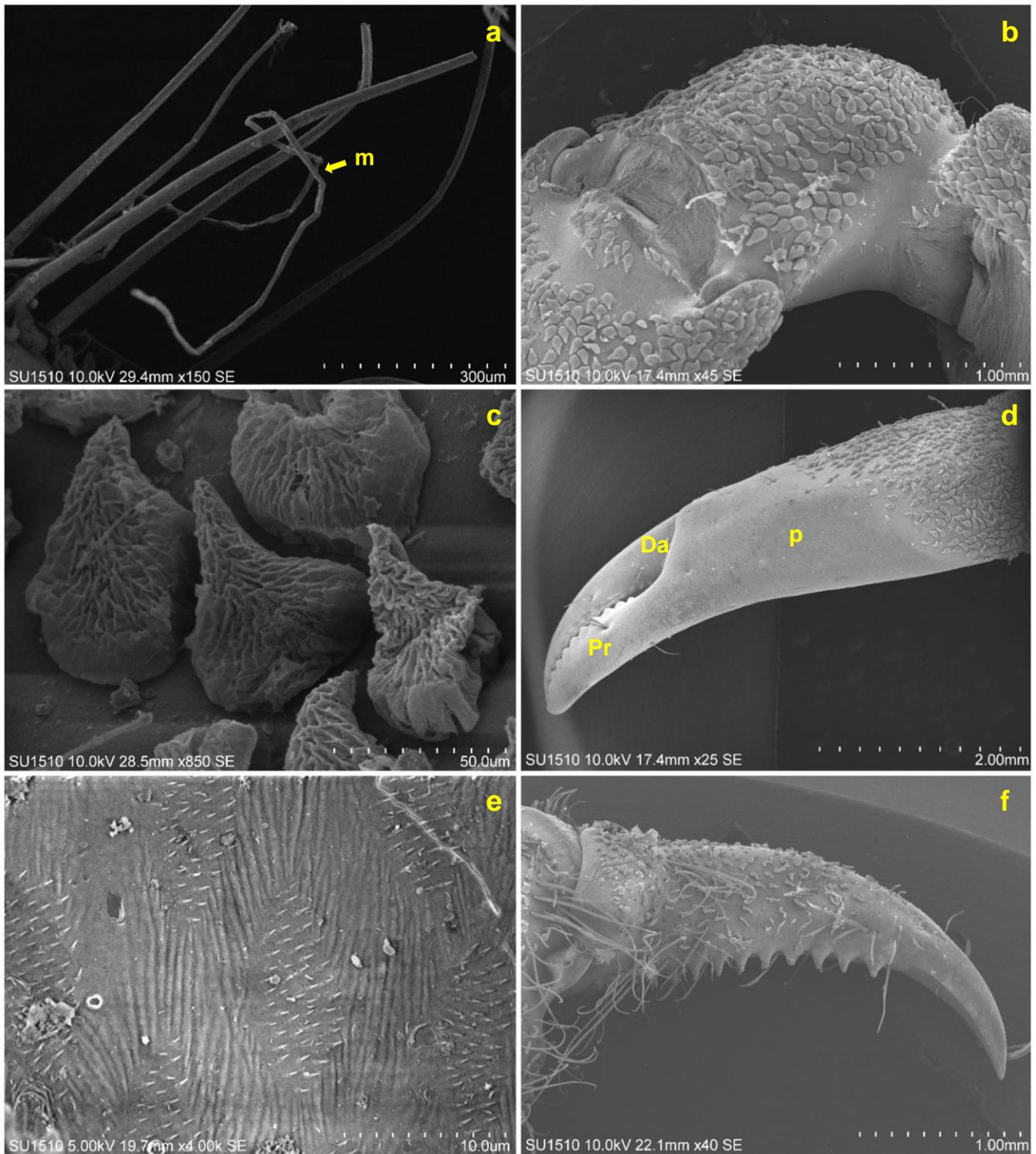


Figura 14. Detalles en el cuerpo del cangrejo decorador *Omalacantha bicornuta*: a, demostración de cómo se une a las setas el material de decoración (m); b, vista general de seta típica connada en pereiópodo; c, acercamiento a las setas connadas; d, dáctilo (Da), propodio (Pr) y palma (p). Se observan setas connadas y agrupación de tres setas en el propodio; e, setas cúspide cortas; f, panorama general setas simples, setas connadas en pereiópodo.



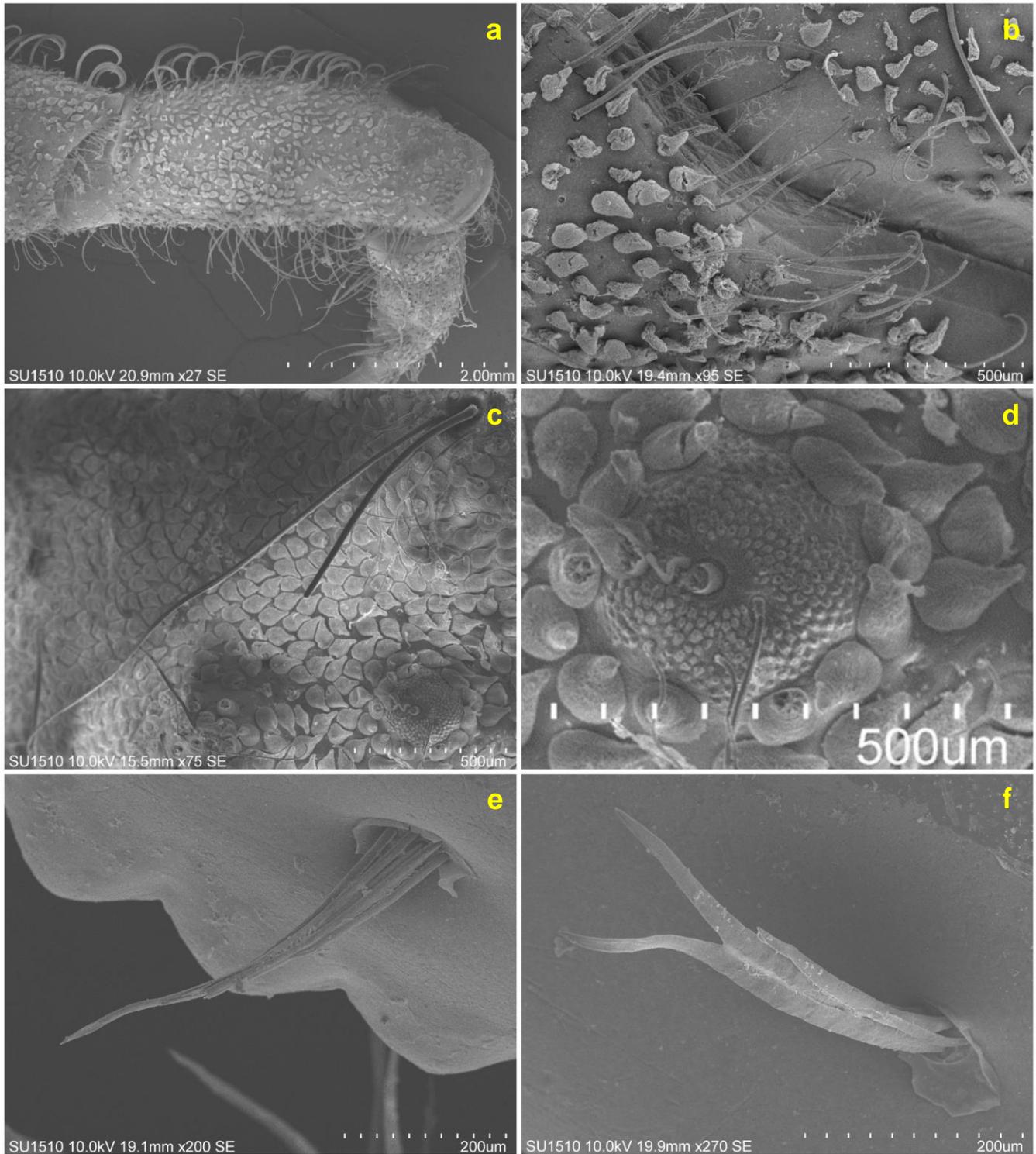


Figura 15. Ángulos diferentes del cuerpo de *Omalacantha bicornuta*: a, setas gancho, simples, connadas; b, setas paposas, connadas, cúspide y simples; c, vista general de la ubicación de la ornamentación en la parte dorsal del cefalotórax; d, acercamiento al ornamento; e, socket con setas quintuples; f, bifurcación en setas.



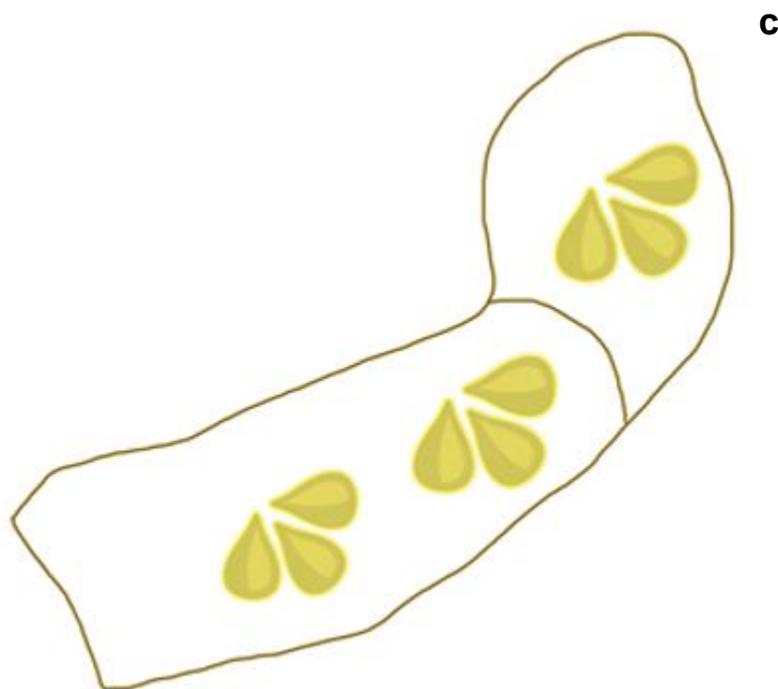
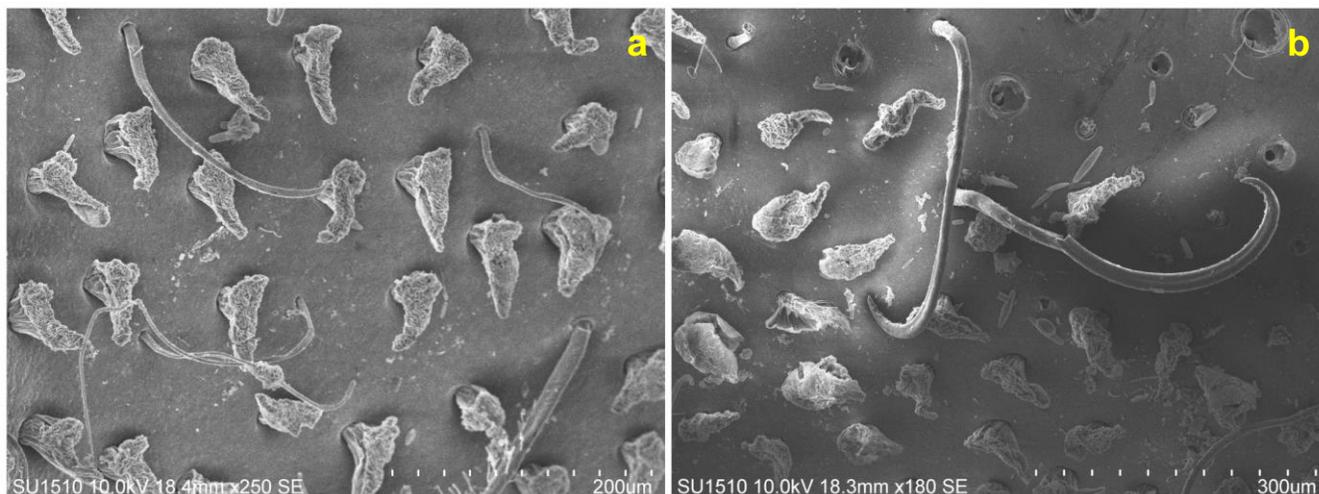


Figura 16. Setas en *Omalacantha bicornuta*. a, setas cúspide medianas; b, setas cúspide medianas y seta en posición completamente horizontal; c, representación esquemática de la organización de las setas connadas en mero y carpo.



De los siete tipos de setas observados en los organismos, solo las setas cúspide cortas y las setas paposas, no se encontraron en los pereiópodos, mientras que los otros cinco tipos sí se encontraron en estas partes del cuerpo de *O. bicornuta*. Las setas cúspide cortas fueron las únicas presentes en la zona meso y metabranquial del caparazón. Las setas connadas se presentaron en más partes del cuerpo. Las setas cúspide medianas solamente se encontraron en pereiópodos. En el dedo fijo del organismo se presentó exclusivamente un par de setas simples. Las setas gancho se encontraron casi en los mismos lugares que las setas connadas, con excepción de las antenas. Las setas plumosas al igual que las paposas se encontraron en el ojo, además de los pereiópodos (Tabla 6).

Tabla 6. Cuadro comparativo de los tipos setales en *Omalacantha bicornuta*.

Tipo de seta	Parte del cuerpo donde se encontró
Connadas	Pereiópodos, caparazón, rostro y antenas
Simple	Pereiópodos, rostro, dedo fijo y ojo
Gancho	Pereiópodos, caparazón y rostro
Plumosas	Pereiópodos y ojo
Paposas	Rostro y ojo
Cúspide medianas	Pereiópodos
Cúspide cortas	Caparazón (meso-metabranquial)



DISCUSIÓN

*I. Medidas de caparazón en *Omalacantha bicornuta**

Las medidas del largo del caparazón varían dependiendo de la localidad como en este caso, debido a que, al estar en un punto geográfico diferente, los organismos pueden poseer un metabolismo y vías fisiológicas diferentes que se adecuen a su vez, con la disponibilidad de recursos y características ambientales pertenecientes a cada localidad o zona geográfica (Yousef, 1985; Chang y Thiel, 2015; De la Vega y Schilman, 2015). Como muestra de, Torres (2021) expone que *Cronius ruber* de Boca Cangrejo y de Armeñime, Tenerife, España presentaron mayores tallas que los cangrejos del resto de localidades donde se encuentra la especie. Es posible que las grandes tallas de Boca Cangrejo se deban al aporte de materia orgánica que provoca un aumento en la producción primaria y favorece un incremento de la disponibilidad de presas. Factores como temperatura, salinidad y disponibilidad de alimentos están relacionados directamente con el tamaño de los cangrejos.

Desde otra perspectiva, las especies que están ampliamente distribuidas, como *O. bicornuta*, tienen más probabilidades de encontrarse con mayor variedad de condiciones ambientales y barreras para el flujo genético que aquellas especies que están restringidas geográficamente. En consecuencia, los posibles impulsores de las diferencias morfológicas (hablando en este caso de la variación de la talla) entre las poblaciones incluyen el flujo de genes mediado por las corrientes oceánicas y las respuestas plásticas a varios estímulos ambientales, donde el aislamiento por distancia juega un papel menos importante (Hopkins y Thurman, 2010).

En este estudio las hembras ovígeras son pequeñas con respecto a los machos, pero teóricamente las hembras ovígeras son más grandes que los machos o alcanzan tallas



mayores para tener la posibilidad de alojar mayor cantidad de huevos en su abdomen. Sin embargo, se encontraron dos individuos hembras ovígeras con tallas menores a los machos. López *et al.* (2000), encontraron una hembra ovígera de hasta 17 mm de largo de caparazón.

Los machos, generalmente tienen un mayor tamaño respecto a las hembras no ovígeras, lo que demuestra la existencia de un claro dimorfismo sexual. El dimorfismo sexual es bastante usual en los cangrejos braquiuros, esto se debe a que los machos para realizar el abrazo pre-copulatorio deben ser suficientemente grandes para llevarlo a cabo. Se ha demostrado que siempre tendrán ventaja reproductora los cangrejos más grandes que los pequeños. Por lo tanto, al tener tallas mayores que las hembras no ovígeras, tienen las condiciones necesarias para realizar la cópula. Por otra parte, las hembras de *O. bicornuta* podrían ser menores en tamaño porque invierten parte de su energía en formar los huevos (Hartnoll, 1969; Hartnoll, 1985; Torres, 2021).

En un estudio acerca de los cambios ontogenéticos en el crecimiento relativo de machos y hembras de *Maja squinado* (cangrejo araña) relacionados con su estado reproductivo se detectó que la longitud del caparazón al inicio de la madurez sexual en machos es de 132.7 mm. Aunque el tamaño de juveniles y adultos se superponen. Las hembras juveniles presentaron menor anchura relativa con respecto a las hembras adultas. El largo del caparazón al inicio de la madurez sexual en hembras se estimó en 130.4 mm (Sampedro *et al.*, 1999). Revalidando así la relación del tamaño y el sexo de *O. bicornuta*.

Queda demostrado así que, las medidas del largo y ancho de caparazón (tamaño) varían de acuerdo con la localidad, estado de madurez y sexo de los cangrejos.

II. Decoración de *Omalacantha bicornuta*

Los materiales de decoración referidos en nuestro trabajo fueron principalmente algas filamentosas. Pero también había granos de arena por probable suspensión y otros



materiales no reconocibles por el escaso estado de conservación de los organismos dentro de los frascos.

Los materiales algales son utilizados principalmente para la decoración. Sin embargo, además de su función protectora, las algas utilizadas por *O. bicornuta* pueden servir simultáneamente como alimento a corto plazo para los cangrejos, como lo ha expuesto Salazar, 2013.

O. bicornuta prefiere decorarse con ensambles de diferentes tamaños de piezas algales, principalmente de *Acanthophora* sp., *Dictyota* sp., *Halimeda* sp. y *Laurencia* sp. (Salazar, 2013). Para la zona intermareal rocosa de Montepío, Veracruz, Ayhllon (2018), describió a las Rhodophyta con mayor riqueza florística, seguido de las Chlorophyta y las Ochrophyta, predominando los géneros *Dictyota*, *Laurencia* y *Padina*.

Como muestra, los cangrejos de la especie *Libinia dubia* de Rhode Island, Connecticut y New Jersey, donde *Dictyota menstrualis* (alga tóxica) está ausente, se camuflaron para adaptarse a su entorno. Cuando se dio *D. menstrualis* a los cangrejos de los sitios del norte, no distinguieron entre esta y otras algas para camuflarse. Mientras que, los cangrejos del sur de Carolina del Norte usaron *D. menstrualis* casi exclusivamente. Además, cuando *D. menstrualis* estuvo ausente estacionalmente en Carolina del Norte, *L. dubia* se camufló selectivamente con la esponja tóxica marina *Hymeniacidon heliophila*. Así, los cangrejos del sur fueron especialistas consistentes en camuflarse con especies que les proporcionaran una defensa química. Mientras que, los cangrejos del norte no mostraron esta tendencia a la exclusividad (Stachowicz y Hay, 2000). La variación geográfica que influye en la especialización del camuflaje, puede implicar desde la tendencia a lo particular hasta la elección general de organismos, de acuerdo con sus necesidades ambientales.



En *O. bicornuta* se han reportado mantos de macroalgas dominados por *Laurencia*, *Gracilaria* y *Digenia*, y a su vez epibiontes, como rodófitas: *Ceramium cimbricum*, *Gayliella transversalis*, *Spyridia filamentosa*, *Octhodes secundiramea* y *Gracilaria* sp. Feofíceas: *Sphacelaria tribuloides* y *Feldmannia mitchellidae* y dos clorofíceas: *Cladophora catenata* y *Rhizoclonium riparium* (Cabrera y Jover, 2019).

Sánchez-Vargas y Hendrickx (1987) observaron que de las 16 especies tropicales de májidos que recolectaron, 12 presentaron hábito decorador y el material de preferencia neta fueron algas y esponjas. *Eucinetops rubellata*, *Microphrys platysoma* y *Pelia pacifica* utilizan algas y esponjas. *Ala cornuta*, *Pitho sexdentata* y *Thoe sulcata sulcata* utilizan esponjas solamente. Mientras que *Acanthonyx petiveri*, *Epialtus minimus*, *E. sulcirostris* y *Mithrax denticulatus* no fueron observadas con decoración. Estos autores concluyeron que los cangrejos tienden a utilizar las algas más accesibles en su hábitat; un ejemplo de eso es *O. bicornuta*. Sin embargo, hay especies que no seleccionan a las algas como parte de su decoración.

Individuos de *O. bicornuta* demostraron una clara ausencia de alguna tendencia en combinar su propia decoración con el fondo. Los individuos sin camuflaje en su superficie dorsal demostraron claramente un aumento en sus actividades de decoración. Estos resultados estuvieron tanto fuera de lo esperado como fuera de lo encontrado en estudios anteriores (Getty y Hazlett, 1978).

En el estudio de Guzmán (1979), hubo diferencia en el decorado de adultos y juveniles de *O. bicornuta*; los juveniles se decoraron totalmente, mientras que los adultos (tanto machos como hembras) solo lo hicieron parcialmente en la región dorso-anterior del exoesqueleto o no se decoraron. *Omalacantha bicornuta* en este trabajo (2023) presentó un patrón semejante al decorarse. El cangrejo renovó su decorado cada tres o cinco días,



arrancándose parte de las algas y llevándoselo a la boca como alimento. Este cangrejo mostró una clara preferencia por algas de filamentos cortos y de textura suave como material para decorarse (Guzmán, 1979).

Los individuos que habitan zonas poco profundas, generalmente caracterizados por su menor tamaño y mudas más frecuentes (juveniles), tal como *O. bicornuta*, muestran un marcado comportamiento de autodecoración con algas erectas y un mayor grado de decoración en comparación con los adultos que habitan áreas más profundas y en estos la epibiosis con briozoarios y balanos es más común que la autodecoración. De acuerdo con Fernández *et al.* (1998) existe una correlación negativa entre el grado de cobertura y el tamaño del cangrejo araña. *Omalacantha bicornuta* cumplió con el enunciado al ser los machos los organismos de mayor tamaño, pero con un grado decoración parcial. En contraste con los juveniles, son los organismos de menor tamaño, pero su proporción de decoración es total.

En este mismo contexto, los cambios ontogenéticos en la decoración, se han interpretado para reflejar una selección más débil para el comportamiento críptico una vez que los individuos han crecido lo suficiente como para lograr un refugio de la depredación (Stachowicz y Hay, 1999). La decoración está ausente en la etapa de megalopa, pero está presente en la etapa juvenil del primer estadio. El inicio de la conducta de decoración está estrechamente acoplado con esta transición morfológica. Se observan cambios ontogénéticos en la decoración entre los juveniles de estadios tempranos y adultos. Los juveniles decoran activamente con restos orgánicos en lugar de cualquiera de los materiales ofrecidos comúnmente utilizados por sub-adultos y adultos (Hein y Jacobs, 2016).

La supervivencia de los cangrejos decorados fue significativamente más alta que aquellos cangrejos que no están decorados en la poza intermareal rocosa. En los



experimentos de laboratorio, los cangrejos usaron más las algas en presencia de depredadores que cuando estos estaban ausentes (Thanh *et al.*, 2003). Este comportamiento puede estar ausente en cangrejos grandes o en aquellos que viven a gran profundidad, en arena o en hendiduras estrechas (Wicksten, 1993).

El papel de la decoración como un escondite de alimentos, tal y como se ha sugerido para *O. bicornuta*, podría ser selectivamente importante a lo largo del tiempo evolutivo. Se ha observado que en hembras reproductoras de *O. gracilis*, reduce el gasto energético y mejora la crípsis al ser menos activa. Si esto es cierto, las hembras podrían compensar el tiempo perdido de búsqueda de alimento (forrajeo) comiendo decoración (Berke y Woodin, 2008).

En algunas especies, las hembras se decoran más, debido al dimorfismo sexual, ya que los machos de estas especies tienen garras más grandes que las hembras y por lo tanto, las demandas energéticas de decoración se ven agravadas por los costos adicionales de cultivar, llevar y mantener garras grandes (De Carvalho *et al.*, 2016). En otros, el comportamiento de decoración (patrón y material) ocurre por igual en machos y hembras de la misma especie (Wicksten, 1993; De Carvalho *et al.*, 2016).

En las especies de cangrejos májidos decoradores, la madurez puede llegar sin haberse terminado el crecimiento. Tales animales conservan sus características juveniles (por ejemplo, la talla) y cuando llegan a la vejez, su ornamentación es menor comparada con los ejemplares juveniles de igual tamaño. Este fenómeno ocasiona que se encuentren individuos lisos, tuberculosos y espinosos dentro de la misma población y en tallas similares (Wagner, 1991; Cruz y Campos, 2003).



III. Análisis del tipo de setación de *Omalacantha bicornuta*

Con base en los tipos de setas sugeridos en la hipótesis, se contó con las setas gancho (hooked setae), connadas (connate setae), cúspide (dos tipos: cortas y medianas) (cuspidate setae), simples (simple setae), paposas (pappose setae) y plumosas (plumose setae). Y los faltantes son, setas peniculadas (peniculate setae), plumodentículadas (plumodenticulate setae), barbadas (barbed setae), serradas (serrate setae) y triserradas (triserrate setae). El proceso por el cual se determinaron los tipos de setas presentes en el cuerpo de *O. bicornuta* fue de complejidad media-alta, esto porque algunas setas tienen morfologías fáciles de identificar como las setas gancho, pero las setas connadas, cúspide cortas y medianas presentaron morfologías similares y con características muy específicas para llegar al correcto análisis.

Comparando con Salazar y Brooks (2012), solamente se encontró para *O. bicornuta* de la Playa rocosa de Montepío, Veracruz, México, seis de los 11 tipos de setas descritos en su investigación. Sin embargo, para las setas cúspide se encontraron dos tipos: setas cúspide cortas y setas cúspide medianas. Las cuales no se mencionan específicamente en Salazar y Brooks (2012), solamente describen setas cúspide. Es posible que se hayan obtenido dichos resultados porque *O. bicornuta* de Montepío, Veracruz, México, se apega a lo descrito en la literatura sobre la variación geográfica en algunos rasgos e intensidad de la conducta decoradora. Estos cambios en la naturaleza y la presión de depredación pueden favorecer diferentes estrategias de camuflaje, lo que contribuye a las diferencias geográficas observadas en el comportamiento del camuflaje y la setación del organismo (Travis, 1996). La diversidad de setas en el caparazón varía de dos a seis tipos setales diferentes por especie y ciertas setas pueden asignarse a especies particulares (Szebeni y Hartnoll, 2005).



Las setas connadas fueron unas de las setas con mayor abundancia, seguidas de las setas gancho. Por otro lado, las setas paposas fueron las menos abundantes. Las setas en forma de gancho y las setas paposas contribuyen significativamente a la adhesión del material de decoración (Berke y Woodin, 2009). Hay que mencionar además que las setas en forma de gancho son las estructuras primarias utilizadas por el cangrejo para unir algas a su cuerpo (Salazar y Brooks, 2012). Como muestra, los experimentos de ablación de setas gancho, donde los cangrejos agregaron un promedio de 0.022 gramos por cm² de algas en las setas del exoesqueleto que quedaron intactas. En cambio, cuando se extirparon, hubo una disminución significativa, reduciéndose la cantidad de algas añadidas para la decoración a un promedio de 0.001 gramos por cm² (Salazar y Brooks, 2012).

En general, los exoesqueletos de los crustáceos están compuestos por una cutícula duradera. Las setas atraviesan la cutícula y entran en contacto directo con el entorno externo, lo que podría proporcionar al sistema nervioso central información sobre estímulos químicos y mecánicos (Salazar y Brooks, 2012). En otras palabras, las setas son proyecciones de la cutícula que le sirven al organismo a entender su entorno por sus diversas funciones quimiorreceptoras y mecanorreceptoras.

En general, se piensa que las setas paposas de los crustáceos son mecanorreceptoras y el poro/papila terminal podría indicar una función quimiorreceptiva. Las hipótesis alternativas son igualmente probables, pero deben tener en cuenta el dimorfismo sexual observado en la densidad setal adulta. En los crustáceos, las setas paposas se asocian comúnmente con estructuras de alimentación y limpieza, como piezas bucales y apéndices de limpieza de branquias (Berke y Woodin, 2009).

En el estudio de Trejo (2020) los individuos estudiados, tanto las especies del género *Typhlatya* como del género *Potimirim*, presentaron en los cepillos de setas de los primeros



dos pares de pereiópodos setas en común: paposas, aserradas-paposas, aserradas y dentadas. Además de una función mecanorreceptiva, las setas paposas cuentan con una función filtradora. Así mismo, dichas setas tuvieron presencia en el aparato filtrador del organismo de estudio. La ubicación de las setas paposas fue en el primer plano del exterior hacia el interior. Hay similitud con *O. bicornuta* referente a que algunas de las setas paposas también se encontraron en los primeros dos pares de pereiópodos. En tal sentido, las setas paposas son principalmente mecanorreceptoras con punta sensorial, así como estructuras de naturaleza quimiorreceptora de alta eficiencia que permite la detección y localización del alimento (Oseguera, 1998).

Las setas connadas, las setas cúspide, simples y serradas son generalmente quimiorreceptoras, pero pueden jugar un papel de mecanorreceptores cuando se encuentran en grupos grandes (Salazar y Brooks, 2012).

Lavalli *et al.* (2018) trabajaron con langostas del género *Scyllarides* (Malacostraca: Decapoda) y encontraron que las setas sensoriales de los pereiópodos normalmente pueden funcionar en el control de los reflejos de agarre importantes para la manipulación de alimentos de la especie. A su vez, referencian los diferentes tipos setales: las de Tipo I son setas anuladas con sétulas y las Tipo II son setas sin sétulas, como las setas cúspide, connadas y simples (normal o miniatura). Las setas connadas son una categoría de setas cúspide, pero lo que las distingue de las setas cúspide es que son más cortas y robustas. Las setas connadas tienen forma piramidal, no tienen sétulas y son de tamaño muy corto (<125 μm). En *Omalacantha bicornuta* se encontraron setas connadas en las superficies ventral y dorsal del borde lateral del mero. No se encontraron en ningún otro segmento, ni de machos ni de hembras. Las setas cúspide fueron el tipo de setas predominante en todos los apéndices. Las superficies ventrales de los pereiópodos tendieron a tener setas cúspide



más cortas que las que se encuentran en las superficies dorsales. A su vez, las setas cúspide varían en longitud de largas a cortas (algunas son de longitud media), siendo esta característica una clasificación (Lavalli *et al.*, 2018).

Los dentículos ayudan a asegurar el material sostenido por la seta. Si bien se piensa que estos dentículos en el interior de la curva ayudan a asegurar los materiales unidos de forma activa, los que están en el exterior probablemente juegan un papel pasivo en la captura de materiales (Wicksten, 1976, 1977).

Basada en las observaciones de esta investigación, no se encontró una explicación que indique que el acomodo de tres setas simples agrupadas juntas embebidas en un solo socket proporcione una ventaja tal, por ejemplo: un refuerzo de las setas. Otro motivo del acomodo sería a nivel cuticular, que haya estructuras propias de la cutícula del organismo que den origen a grupos de tres setas. Aunque, las setas simples pueden jugar un papel de mecanorreceptores cuando se encuentran en grupos grandes (Salazar y Brooks, 2012).

La mayoría de los tipos setales observados en los cangrejos decoradores británicos fueron cónicos desde la base (extremo proximal) hasta la punta (extremo distal) y otros poseían extensiones en forma de brida alrededor del perímetro interno de la curva; se supone que esto proporciona un refuerzo para mantener la forma del gancho (Szebeni y Hartnoll, 2005).

Se observó que los dentículos están en el interior de la región curva de las setas hamate para dar un refuerzo de sujeción al material de decoración que el organismo seleccione para colocarse. Así mismo, podría ser no solo de refuerzo para cualquier material, sino en específico para aquellos materiales con un mayor peso o de textura lisa que no quedan sujetos en cualquier tipo de seta.



Por lo que se refiere a la seta en posición completamente horizontal, se propone que favorece la sujeción de los elementos de decoración por la suma de características: seta gancho, denticulos del margen interno y la posición horizontal en la que está con espacio existente entre el exoesqueleto y la seta. Con ese conjunto de componentes, podrían quedar mejor sujetos ciertos materiales a la seta.



CONCLUSIONES

- *Omalacantha bicornuta* presentó seis tipos de setas: gancho, connadas, cúspide (cortas y medianas), simples, paposas y plumosas.
- Se encontró para *O. bicornuta* seis de los 11 tipos de setas escritos en la literatura.
- Las setas gancho tienen la misma morfología independientemente de la etapa del organismo.
- Se encontraron en menor cantidad setas en el exoesqueleto de adultos que en juveniles.
- Se encontraron dos tipos de setas cúspide: setas cúspide cortas y setas cúspide medianas. Las cuales no se mencionan en la literatura previa.
- Las setas simples tienen funciones de adhesión o incorporación de material de decoración.
- Las setas cúspide medianas son fáciles de confundir con las setas connadas por la morfología similar.
- Las setas connadas fueron unas de las setas con mayor abundancia, seguidas de las setas gancho. Por otro lado, las setas paposas fueron las menos abundantes.
- La ornamentación de las setas de *O. bicornuta* se apega en su mayoría a la descrito previamente en la literatura.
- Las mediciones del largo del caparazón varían de acuerdo con la localidad, así como de acuerdo con el estadio y al sexo del cangrejo.
- En los juveniles se encontró mayor cantidad de material de decoración unido a las setas y con más partes cubiertas del cuerpo.
- La decoración es independiente al sexo de los organismos.



LITERATURA CITADA

- Abrahamson, W. G., J.F. Sattler, K.D. McCrea y A. E. Weis. 1989. Variation in selection pressures on the goldenrod gall fly and the competitive interactions of its natural enemies. *Oecologia (Berlin)*, **79**: 15–22.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles. 1999. Lista completa de los crustáceos decápodos de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, **70**:1-27.
- Aurivillus, C. W. 1889. Die Maskirung der oxyrrhynchen Decapoden. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, **23**: 1-72.
- Ayhllon, M. F. 2018. Efecto del erizo *Echinometra lucunter* sobre la diversidad de algas de la zona intermareal: análisis de su dieta en Montepío, Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 56pp.
- Berke, S. K. y S. A. Woodin. 2008. Energetic costs, ontogenetic shifts and sexual dimorphism in spider crab decoration. *Functional Ecology*, **22**(6): 1125-1133.
- Berke, S. K. y S. A. Woodin. 2009. Behavioral and morphological aspects of decorating in *Oregonia gracilis* (Brachyura: Majoidea). *Invertebrate Biology*, **128**(2): 172-181.
- Berke, S. K., M. Miller y S.A. Woodin. 2006. Modelling the energy-mortality trade-offs of invertebrate decorating behaviour. *Evolutionary Ecology Research*, **8**(8):1409-1425.
- Bonfil, R. y A. Carvacho. 1989. The crabs of Bahia De Todos Santos, Baja California. Part 1. Dromiidae, Leucosiidae, Majidae and Parthenopidae (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Marine Sciences*, **15**(2): 79-109.
- Boschi, E. 2000. Biodiversity of marine decapods brachyurans of the Americas. *Journal of Crustacean Biology*, **20**(2): 337-342.
- Cabrera, A. y A. Jover. 2019. Algas epibiontes en braquiuros (Crustacea) de dos pocetas intermareales en la Costa suroriental de Cuba. *Novitates Caribaea*, **13**: 13-21.
- Carmona-Suarez, C. A. 1992. Interpopulation Size Variation in a Tropical Decorator Crab, *Microphrys bicornutus* (Latreille, 1825) (Decapoda, Brachyura, Majidae). *Crustaceana*, **63**(3): 319–322.



- Chang, E.S. y Thiel, M. 2015. Physiology. *In: Natural History of Crustacea Volume IV*, E. S. Chang y M. Thiel (eds.). Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. 528 pp.
- Cruz, N. y N. H. Campos. 2003. Los cangrejos Araña (Decapoda: Brachyura: Majoidea) del Caribe Colombiano. *Biota Colombiana*, **4**(2): 261-269.
- Cruz-Rivera, E. 2001. Generality and specificity in the feeding and decoration preferences of three Mediterranean crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **266**:17-31.
- Cruz-Rivera, E., C. Petsche y T. Hafez. 2017. Detecting sex-related differences in mesograzer feeding experiments: An often overlooked source of intraspecific variation in herbivory. *Limnology and Oceanography: Methods*, **15**(6): 542-553.
- De Carvalho, F. R. P., Rodrigues, R. D. E. O., R.E. Barreto y T. Marcia. 2016. Decoration behaviour in a spider crab, *Acanthonyx scutiformis* (Dana, 1851) in relation to life stage, sex and algal species. *Crustaceana*, **89**(6-7): 775-786.
- De la Vega, G.J. y P.E. Schilman. 2015. La importancia de la fisiología en la distribución geográfica de los insectos, **74**: 101-108.
- Dudgeon, D. 1980. Some inter- and intraspecific differences in the decorating patterns of Majid crabs Crustacea: Decapoda from the coastal waters of Hong Kong. *In: B.S. Morton, C.K. Tseng (eds.), Proceedings of the First International Marine Biological Workshop: The Marine Flora and Fauna of Hong Kong and Southern China*. Hong Kong University Press, Hong Kong, China. 825-835 pp.
- Fernández, L., J. Parapar, E. González-Gurriarán y R. Muíño. 1998. Epibiosis and ornamental cover of the spider crab *Maja squinado* on the Galician coast, Northwestern Spain: influence of behavioral and ecological characteristics of the host. *Journal of Crustacean Biology*, **18**(4): 728–737.
- Getty, T. y B.A. Hazlett. 1978. Decoration behavior in *Microphrys bicornutus* (Latreille, 1825) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, **34**(1): 105-108.
- Gomes, T. T. 2021. Diversidade morfológica de cerdas do aparato bucal em três espécies de Sesamidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Brapsoidea). Tesis de maestría.



Instituto de Biociencias. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho",
Brasil. 65pp

González, 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. Facultad de Ciencias, Universidad
Nacional Autónoma de México, México. 149pp.

Guzmán, H. M. 1979. Comportamiento decorador con algas en el cangrejo *Microphrys
bicornutus* Latreille (Majidae; Decapoda). *Revista de Biología Tropical*, **27**(2): 321-327.

Hartnoll, R. G. 1969. Mating in Brachyura. *Crustaceana*, **16**(2):161-181.

Hartnoll, R. G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output. *Crustacean Issues*,
3:101-128.

Hein, S. R. y M. W. Jacobs. 2016. Decorating behavior begins immediately after
metamorphosis in the decorator crab *Oregonia gracilis*. *Marine Ecology Progress
Series*, **555**: 141–150.

Hendrickx, M. E. 1999. Los cangrejos Braquiuros (Crustacea:Brachyura: Majoidea y
Parthenopoidea) del Pacífico Mexicano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Universidad Nacional Autónoma de México, CONABIO. 274 pp.

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, C. y F. Álvarez. 2007. Changes in the crustacean community of a tropical rocky
intertidal shore: is there a pattern?. *Hidrobiológica*, **17**(1): 25-34.

Hernández, M. C. 2009. Estructura de la comunidad carcinológica y reclutamiento en
sustrato duro, en Veracruz, México. Tesis doctoral. Posgrado en Ciencias Biológicas.
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 111pp.

Hopkins, M. J., y C. L. Thurman. 2010. The geographic structure of morphological variation
in eight species of fiddler crabs (Ocypodidae: genus *Uca*) from the eastern United
States and Mexico. *Biological Journal of the Linnean Society*, **100**(1): 248-270.



- Hultgren, K. M. y J. J. Stachowicz. 2009. Evolution of Decoration in Majoid Crabs: A Comparative Phylogenetic Analysis of the Role of Body Size and Alternative Defensive Strategies. *The American Naturalist*, **173**(5): 566-578.
- Hultgren, K. y J. J. Stachowicz. 2011. Camouflage in decorator crabs: Integrating ecological, behavioural and evolutionary approaches. *In: Animal Camouflage*, M. Stevens y S. Merlitta (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra. 214-229 pp.
- Jacques, F. 1989. The setal system of crustaceans: types of setae, groupings, and functional morphology. *In: Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea*, B. E. Felgenhauer, L. Watling y A. B. Thistle (eds.) A.A. Balkema Publishers, Países bajos. 1-13 pp.
- Janzen, D. H. 1973. Dissolution of mutualism between *Cecropia* and its Azteca ants. *Biotropica*, **5**: 15–28.
- Kilar, J. A. y R. M. Lou. 1986. The subtleties of camouflage and dietary preference of the decorator crab, *Microphrys bicornutus* Latreille (Decapoda: Brachyura). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **101**: 143–160.
- Lavalli, K. L., C. N. Malcom y J.S. Goldstein. 2018. Description of pereopod setae of scyllarid lobsters, *Scyllarides aequinoctialis*, *Scyllarides latus*, and *Scyllarides nodifer*, with observations on the feeding during consumption of bivalves and gastropods. *Bulletin of Marine Science*, **94**(3): 571–601.
- López Greco, L. S., J. E. Hernández, J. Bolaños, E. M. Rodríguez y G. Hernández. 2000. Population features of *Microphrys bicornutus* Latreille, 1825 (Brachyura, Majidae) from Isla Margarita, Venezuela. *Hydrobiologia*, **439**: 151-159.
- Mastro, E. 1981. Algal preferences for decoration by the californian kelp crab, *Pugettia producta* (Randall) (Decapoda, Majidae). *Crustaceana*, **41**(1): 64-70.
- Oseguera, L. A. 1998. Descripción de las estructuras sensoriales del cefalón del isópodo *Creaseriella anops* Creaser, 1936 (Isopoda: Cirolanidae) en sistemas anquihalinos de Quintana Roo. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Ciudad de México, 24 pp.



- Rathbun, M. J. 1925. The spider crabs of America. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, **129**: 1-599.
- Rickson, F. R. 1977. Progressive loss of ant-related traits of *Cecropia peltata* on selected Caribbean Islands. *American Journal of Botany*, **64**: 585–592.
- Salazar, M. A. 2013. Functional aspects of behavior and morphology in the decorator crab *Microphrys bicornutus* (Latreille, 1825) (Crustacea: Brachyura: Mithracidae). Tesis de doctorado. Florida Atlantic University, Florida. 89pp.
- Salazar, M. A. y W. R. Brooks. 2012. Morphology, distribution and comparative functional Morphology of Setae on the Carapace of the Florida Speck Claw Decorator Crab *Microphrys bicornutus* (Decapoda, Brachyura). *Journal of Marine Science: Research and Development*, **2**(3): 109.
- Sampedro, M. P., E. González-Gurriarán, J. Freire y R. Muiño. 1999. Morphometry and Sexual Maturity in the Spider Crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. *Journal of Crustacean Biology*, **19**(3): 578–592.
- Sánchez, A. y Y. Sandoval. 2005. Estructura de los crustáceos decápodos asociados a sustratos artificiales, ubicados en la Punta Norte del Golfo de Morrosquillo (San Onofre - Sucre) y Punta Betín (Santa Marta - Magdalena) Caribe Colombiano. Tesis de licenciatura Facultad de Biología Marina Santa Marta. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 142 pp.
- Sánchez-Vargas, D. P. y M. E. Hendrickx. 1987. Utilization of algae and sponges by tropical decorating crabs (Majidae) in the Southeastern Gulf of California. *Revista de Biología Tropical*, **35**: 161-164.
- Siemens, A. H. 2009. Una manera de ver Los Tuxtlas, paisaje de Mesoamérica. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx>
- Stachowicz, J. J. y M. E. Hay. 2000. Geographic variation in camouflage specialization by a decorator crab. *The American Naturalist*, **156**(1): 59-71.
- Stachowicz, J. J. y M. E. Hay. 1999. Reducing predation through chemically mediated camouflage: Indirect effects of plant defenses on herbivores. *Ecology*, **80**(2):495-509.



- Steiner, K. E. y V. B. Whitehead. 1990. Pollinator adaptation to oil-secreting flowers. *Rediviva and Diascia Evolution*, **44**: 1701–1707.
- Szebeni, T. y R. G. Hartnoll. 2005. Structure and distribution of carapace setae in British spider crabs. *Journal of Natural History*, **39**(44):3795-3809.
- Tauber, C. A., Tauber, M. J. y L. R. Milbrath. 1995. Individual repeatability and geographical variation in the larval behavior of the generalist predator, *Chrysopa quadripunctata*. *Animal Behaviour*, **50**: 1391–1403.
- Thanh, P. D., K. Wada, M. Sato y Y. Shirayama. 2003. Decorating behaviour by the majid crab *Tiarinia cornigera* as protection against predators. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **83**(6): 1235–1237.
- Thompson, J. N. 1994. The coevolutionary process. University of Chicago Press, Chicago. 383pp.
- Torres, J.A. 2021. Estudio poblacional del cangrejo *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) en la isla de Tenerife. Tesis de licenciatura. Universidad de La Laguna, España. 34pp.
- Travis, J. 1996. The significance of geographical variation in species interactions. *American Naturalist*, **148** (suppl.): S1–S8.
- Trejo, I. 2020. Variación morfológica del aparato filtrador del género *Typhlatya* (Crustacea: Atyidae) en sistemas anquihalinos de la península de Yucatán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 88pp.
- Vassallo, A., Y. Dávila, N. Luviano, S. Deneb-Amozurrutia, X. Vital, C. A. Conejeros y F. Álvarez. 2014. Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**(2):349–362.
- Wagner, H. P. 1991. The genera *Mithrax* Latreille, 1818 and *Mithraculus* White, 1847 (Crustacea: Brachyura: Majidae) in the western Atlantic Ocean. *Zoologische Verhandelingen*, **264**: 3-65.
- Watling, L. 1989. A classification system for crustacean setae based on their homology concept. In: Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea, B.E.



- Felgenhauer, L. Watling y A.B.Thistle (eds.). A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, The Netherlands. 5-26 pp.
- Whitham, T. G. 1983. Host manipulation of parasites: within-plant variation as a defense against rapidly evolving pests. *In: Variable plants and herbivores in natural and managed systems*, R. F. Denno y M. S. McClure (eds.), Academic Press, New York, EE. UU. 15-39pp.
- Wicksten, M. K. 1976. Studies on hooked setae of *Hyas lyratus* (Brachyura: Majidae). *Syesis*, **9**: 367-368.
- Wicksten, M. K. 1977. Feeding in the decorator crab *Loxorhynchus crispatus*. *California Fish and Game*, **63**:1 22-124.
- Wicksten, M. K. 1978. Attachment of decorating materials in *Loxorhynchus crispatus* (Brachyura: Majidae). *Transactions of the American Microscopical Society*, **97**(2): 217.
- Wicksten, M. K. 1980. Decorator Crabs. *Scientific American*, **242**(2): 146-157.
- Wicksten, M. K. 1993. A review and a model of decorating behavior in Spider Crabs (Decapoda, Brachyura, Majidae). *Crustaceana*, **64**: 314-325.
- Williams, A. 1965. Marine decapod crustaceans of the Carolinas. U.S. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, **65**: 331.
- Williams, A. 1984. Shrimps, lobster, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 485 pp.
- Woods, C. M. C. 1993. Natural diet of the crab *Notomithrax ursus*. Brachyura: Majidae at Oaro, South Island, New Zealand. *Marine and Freshwater Research*, **27**: 309–315.
- Woods, C. M. C. 1995. Masking in the spider crab *Trichoplatus huttoni* (Brachyura: Majidae). *New Zealand Natural Science*, **22**: 75–80.
- Woods, C. M. C. y C. L. McLay. 1994. Use of camouflage materials as a food store by the spider crab *Notomithrax ursus*. Brachyura: Majidae. *Marine and Freshwater Research*, **28**: 97–104.
- Woods, C. M. C. y C. L. McLay. 1996. Diet and cryptic colouration of the crab *Eurynolambrus australis* (Brachyura: Majidae) at Kaikoura. *Crustacean Research*, **25**: 34-43.



Yousef MK. 1985. Stress Physiology: Definition and terminology. *In: Stress physiology in Livestock Volume I Basic Principles*, M.K. Yousef (ed). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.3-8 pp.

Zariquiey, R.A. 1968. Crustáceos decápodos ibéricos. *Investigación Pesquera*, **32**: 1-510.

Zavala, J., O. Salmerón, V. Aguilar, S. Cerdeira y M. Kolb. 2006. Procesos oceanográficos. Recuperado 20 de junio de 2021, de <http://www.conabio.gob.mx>



Anexo

GLOSARIO

A

Anémona: Animal invertebrado marino sésil de la clase de los Antozoos. Organismo primitivo de forma polipoide que forma con frecuencia relaciones simbióticas con otros organismos.

Anfiamericana: Alrededor de América.

Autodecoración: Comportamiento donde el propio animal se cubre las setas del caparazón con piezas de algas y otros invertebrados con ayuda de su quela.

B

Balano: Crustáceo cirrípedo pertenecientes al género *Balanus*.

Biotopo: Lugar o sitio (zona de un área geográfica) que reúne condiciones ambientales determinadas para el desarrollo de la vida.

Brida: Elemento circular que une dos componentes de un sistema de tuberías.

C

Camuflaje: Método que ayuda a algunas especies a pasar desapercibidos para sus depredadores porque su color, estructura o aspecto les permiten ocultarse en el medio.

Cangrejo araña: Animal crustáceo de la familia Majidae caracterizado por un diente saliente del rostro y pereiópodos generalmente muy largos.

Cangrejo decorador: Animal crustáceo perteneciente a la superfamilia Majoidea que utiliza materiales de su entorno para colocarlos sobre las setas presentes en su cuerpo.



Cangrejo: Crustáceo marino decápodo cubierto por un caparazón, con pereiópodos usualmente más delgados que los apéndices torácicos delanteros en forma de pinza.

Caparazón subtriangular: Caparazón no del todo triangular

Cerda: Extensión cuticular articulada de prácticamente cualquier forma que sirve para enredar el material tomado con la quela. Caracterizada por ser de un mayor grosor a la seta.

Comportamiento de decoración: Conducta de algunos organismos en relación con su entorno que colocan materiales de su ambiente sobre su exoesqueleto con una variedad de fines.

Costos energéticos: Cantidad de energía que un organismo requiere para llevar a cabo todas sus funciones biológicas y fisiológicas.

Críptico: Individuos muy parecidos morfológicamente. O bien, aquel organismo que es difícilmente observable en su medio, gracias a su patrón de coloración o su comportamiento decorador.

Cuerno rostral o espina rostral: Proyección del rostro presente en diversas especies de cangrejos. Estructuras alargadas del rostro en algunos cangrejos.

Cutícula: Tejido complejo compuesto de varias capas. Constituida por el mucopolisacaroide llamado quitina y por proteínas. Endurecida por el depósito de carbonato cálcico (crustáceos).

D

Dedo móvil o dáctilo: Parte extrema del propodio que forma la pinza de la quela.

Dentículo: Excrecencia con una punta saliente de morfología similar a un diente.



Divergente: Irse apartando sucesivamente unas de otras, dos o más líneas o superficies.

E

Epibiosis: Interacción facultativa de un ser vivo (epibionte) que habita sobre otro (basibionte) superficialmente.

Epistoma: Placa que varía en forma y está ubicada ventralmente entre el labro y la base de la antena.

Especialista: Especie que sólo puede vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas.

Espínula: Prominencia espiniforme.

Esonja: Animal invertebrado primitivo producto de una agrupación de células que funcionan juntas, pero con poca integración y control de sus actividades celulares. Una de las células típicas de las esponjas son los coanocitos y arqueocitos.

Estrategia de camuflaje: Serie de acciones y/o adaptaciones del organismo que favorecen el alto grado de similitud entre el animal y su medio ambiente visual que le permite pasar desapercibido generalmente para sus depredadores.

Excrecencia cuticular: Protuberancia perteneciente o relativo a la cutícula.

Excrecencia: Protuberancia, generalmente carnosa, que se produce en animales y plantas, alterando su textura o superficie natural.

Exognatho: Exopodo (rama externa y secundaria) del maxilípodo.

Extensión cuticular: Acción y efecto de la cutícula de extenderse.

Extremo distal: Parte primera separada de la línea media de algo.



Extremo proximal: Parte última próxima a la línea media de algo.

G

Generalista: Especie más apta para habitar ecosistemas perturbados o modificados que tiene la capacidad de tolerar diversas condiciones ambientales y hacer uso de una extensa variedad de recursos.

H

Hidrozoos: Clase de cnidarios (Hydrozoa) generalmente marinos. Pueden ser solitarios o coloniales y se presentan en forma de pólipo o de medusa.

Hospedero: Organismo vivo, planta o animal que tiene, recibe o proporciona condiciones de subsistencia para un parásito, como puede ser: alimento, estímulo hormonal o simplemente protección.

I

Infraorden Brachyura: Infraorden de crustáceos decápodos que es considerado como uno de los grupos con mayor éxito adaptativo. Pueden encontrarse desde hábitats terrestres hasta grandes profundidades marinas. Presentan una amplia variedad de formas y adaptaciones corporales dependiendo del tipo de hábitats que ocupan.

Interacciones interespecíficas: Relaciones ecológicas entre las poblaciones de dos de diferentes especies que generalmente se clasifican en positivas y negativas.

Isquio: Tercer segmento de apéndice (toracópodo), ubicado entre la base (último segmento del protópodo) y el mero y por lo tanto, representa el primer segmento del endópodo.

M



Muda: Pérdida periódica que tienen los artrópodos de su capa cutícula externa y que favorece su crecimiento. También conocido como exuvia o ecdisis.

O

Órbita: Cavidad en el caparazón que contiene el ojo

P

Piriforme: Que tiene forma de pera.

Podma o propodio: Dícese del sexto (y penúltimo) segmento de los pereiópodos o maxilípedos.

Postorbital: 'Detrás del' o 'después del' orbital.

Preorbital: Anterior al orbital.

Presión de depredación: Fuerza ejercida por un depredador hacia una presa.

Q

Quela: Parte distal de los apéndices torácicos de los crustáceos superiores en forma de pinza, formada por el propodio especializada en captura y trituración. Generalmente con un dedo fijo y otro móvil.

Quelípedo: Apéndice torácico que lleva quela.

R

Rostro: Proyección anterior del cuerpo, rígida y ubicada entre los ojos. Generalmente con dientes en el margen inferior y superior.

S



Seta anular: Seta que tiene anillos. Seta marcada con o formada por anillos.

Seta hamate: Clasificación de setas que agrupa a todas aquellas con morfología similar a un gancho.

Seta: Extensión cuticular articulada de prácticamente cualquier forma o tamaño que ayuda a fijar el material en su caparazón y se encuentran generalmente en caparazón, rostro y pereiópodos.

Setas connadas: Setas con forma piramidal, sin sétulas y de tamaño muy corto. Setas más cortas y robustas que las setas cúspide.

Setas cúspide: Setas muy robustas y cónicas que pueden ser cortas o medianas. Presencia o no de poro subterminal y en la mayoría de los casos no tienen excrescencias. Pueden tener pequeñas sétulas en la región media.

Setas gancho: *Hooked setae*, setas con una curvatura predominante y dentículos en el margen interno.

Setas híbridas: Setas que parecen fusionarse entre sí. Dos tipos diferentes de setas donde se produce una gradación de un tipo de seta a otro.

Setas paposas: Setas cuyo eje es largo y fino. Sin poro. Con setulas largas y claras. Articulaciones dispersas al azar a lo largo de la longitud del eje

Setas peniculadas: De eje setal recto con dos o cuatro filas de dentículos dentro de las ranuras a la mitad del largo del eje. Dentículos fusionados en un grupo que rodea el poro subterminal/terminal en el extremo distal.



Setas plumodentículadas: Setas de eje recto con sétulas en la mitad proximal. No hay poro presente, muestran articulación infracuticular. Dentículos presentes en la mitad distal del eje setal.

Setas plumosas: Setas con setulas largas a lo largo de todo el eje dispuestas en dos filas estrictas en lados opuestos del eje. De apariencia similar a una pluma.

Setas barbadas: Setas con eje setal recto con púas dispuestas al azar a lo largo de la mitad inferior del eje y de los lados de la seta formando un racimo en la punta. Posible presencia de poro terminal. Articulación infracuticular y la mitad superior de la porción distal del eje está libre de excrecencias excepto por un par de púas que surgen cerca de la punta distal.

Setas serradas: Setas que tienen una mitad proximal desnuda, pero distal al anillo tienen dos filas de dentículos que apuntan hacia la punta de la seta. Cuando están presentes, las sétulas son pequeñas, tienen dientes a lo largo de su borde y yacen casi planas contra el eje. Pueden tener un poro terminal o subterminal.

Setas simples: Setas largas y delgadas que carecen por completo de excrecencias en el eje de la seta. Tienen un anillo típico a un tercio superior del eje y una punta puntiaguda que puede o no tener un poro terminal.

Setas triserradas: Setas de eje setal recto con dentículos que surgen hacia la mitad distal. Eje setal que se estrecha ligeramente hacia el extremo distal. No hay poro presente y muestran articulación infracuticular.

Setula: Excrecencias articuladas más largas de un ancho relativamente uniforme.

Sistema macrosetal: Conjunto de setas visibles a simple vista (0.50 mm).



Superfamilia Majoidea: Categoría taxonómica de cangrejos braquiuros que agrupa varias familias.

Supervivencia: Acción de sobrevivir o supervivir. Número de individuos de una población que sobrevive a lo largo de un periodo de tiempo.

