



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**PATRONES DE OCUPACIÓN DE CONCHAS DE
GASTEROPODOS POR CANGREJOS ERMITAÑOS
(CRUSTACEA, DECAPODA: DIOGENIDAE,
PAGURIDAE) ESTUARINOS DEL GOLFO DE
MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

ROCÍO ASUNCIÓN LUNA PLASCENCIA



DIRECTORA:

DRA. ANDREA RAZ-GUZMAN MACBETH

2010



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.

<p>1. Datos del alumno Luna Plascencia Rocío Asunción 13152319 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 30203491-6</p>
<p>2. Datos del Tutor Dra. Raz-Guzman Macbeth María Luisa Andrea</p>
<p>3. Datos del sinodal 1 Dr. Soto González Luis Arturo</p>
<p>4. Datos del sinodal 2 Hernández Aguilera Jorge Luis</p>
<p>5. Datos del sinodal 3 Dra. Reguero Reza María Martha</p>
<p>6. Datos del sinodal 4 Dr. Rojas Lara Pablo Claudio</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito Patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños (Crustacea, Decapoda: Diogenidae, Paguridae) estuarinos del Golfo de México 80 pp 2010</p>

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Andrea Raz-Guzman Macbeth por su inmenso apoyo, por su constante motivación y por la confianza, paciencia y tiempo invertido en la realización de este trabajo. Por ser la mejor maestra y una gran mujer, MIL GRACIAS!!!!

A los miembros del jurado. Los doctores Luis Soto González, Martha Reguero, Pablo Rojas y Jorge Hernández por sus valiosas recomendaciones.

Al Dr. Luis Soto por el apoyo y facilidades ofrecidas y por todas las atenciones que hicieron de mi estancia en el laboratorio una experiencia muy enriquecedora.

Al Biólogo Carlos Illescas Monterroso por todo su cariño y confianza.

Al Laboratorio de Ecología del Bentos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

Así mismo, por su participación en el trabajo de campo a Pilar Peralta (PEP-PEMEX), Rosa Florido (UJAT), Patricia Schmidtsdorf (UNAM), Patricia Rangel (UNAM), Alberto Sánchez (UJAT), Everardo Barba (ECOSUR), Eligio Gamboa (SEMARNAP, Alvarado) y Andrés Reda (Estación El Carmen, ICMYL).

Por último, el financiamiento otorgado mediante los proyectos ICMYL-UNAM (No. 603), PAPIIT-DGAPA-UNAM (IN211795), PADEP (DCCH9003, DCCH9248), CONABIO (H258) y CONACyT (PCECBNA-021436).

Al Dr. Pablo Rojas Lara por toda la dedicación y ayuda para la realización de los análisis estadísticos de este trabajo.

Al Biólogo Rafael Serrano González por las fotos para este trabajo.

A Toño, Abril, Chispa y a todos los que conforman el Laboratorio de Bentos.

DEDICATORIA

A mi mamá, má, Marsh, Margie, Alz... Gracias por todo tu amor y apoyo, por ser mi héroe y la mejor amiga y cómplice. Sabes que te amo.

A mi hermano Johan por ser ejemplo de superación y persistencia. Te quiero y estoy orgullosa de ti. A mi sobrina Jaz por ser la estrellita que me ha enseñado a crecer.

A mi abuelo Pedro Placencia, por ser ejemplo de vida y de amor verdadero. A toda la flota: Tía Raque, Oscar, Gaby, May, Fer, Dayan, Tía Laura, Tía Mago, More, Lucy, Mary, y a todos mis primos y sobrinos por darle sabor a mi vida.

A José Luis Garduño por ser el mejor amigo que pude encontrar. Gracias por ser mi compañero en los momentos más importantes. Sabes que Te quiero y que eres mi persona... "You know how i am!!".

A Rafa, por tu apoyo, amor incondicional y motivación. Te amo.

A Ale Sandoval, Bianca Chávez, Alita Molina, Chío Sánchez y Jorge Garcés por todo su cariño. Por todos los momentos compartidos; los quiero a todos.

Dedicada a mi abuela María del Carmen Morales Herrera.

Porque fuiste la mejor madre, porque me regalaste una infancia llena de felicidad, por cuidarme y quererme de la forma en que lo hiciste. Porque sé que en cada lágrima, cada sonrisa y cada suspiro de vida me has acompañado. Porque te llevamos muy dentro del corazón... siempre.

ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVO	13
ÁREA DE ESTUDIO	14
LAGUNA DE TÉRMINOS.....	14
LAGUNA DE ALVARADO.....	14
LAGUNA DE TAMIAHUA.....	15
LAGUNA MADRE.....	16
MATERIAL Y MÉTODO	18
RESULTADOS	20
COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y NUMÉRICA.....	20
TALLAS Y RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LOS CANGREJOS ERMITAÑOS.....	25
RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LAS CONCHAS DE GASTERÓPODOS.....	31
OCUPACIÓN DE CONCHAS DE GASTERÓPODOS POR CANGREJOS ERMITAÑOS ESTUARINOS.....	35
DISCUSIÓN.....	48
COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y NUMÉRICA	48
TALLAS Y RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LOS CANGREJOS ERMITAÑOS.....	50
RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LAS CONCHAS DE GASTERÓPODOS	52
OCUPACIÓN DE CONCHAS DE GASTERÓPODOS POR CANGREJOS ERMITAÑOS ESTUARINOS.....	53
CONCLUSIONES.....	59
LITERATURA CITADA	60
ANEXOS.....	75

RESUMEN

Los cangrejos ermitaños son componentes importantes de las comunidades bentónicas, sin embargo, son uno de los grupos de crustáceos menos estudiados en México, y la relación que mantienen con las conchas de gasterópodos que ocupan ha sido aún menos investigada. El objetivo de este trabajo fue determinar los patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños estuarinos en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre. Se recolectaron 72 cangrejos ermitaños de las especies *Clibanarius vittatus*, *Petrochirus diogenes*, *Paguristes hummi*, *Paguristes tortugae*, *Paguristes hernancortezi*, *Pagurus annulipes*, *Pagurus criniticornis*, *Pagurus maclaughlinae*, *Pagurus longicarpus* y *Pagurus pollicaris*. Se registraron los parámetros morfométricos de los cangrejos y de conchas y se describieron los patrones de ocupación de cangrejos machos y hembras de acuerdo a la talla, la forma y la ornamentación de las conchas de gasterópodos. Las variables morfométricas fueron analizadas entre especies, entre sexos y entre lagunas para los cangrejos, y entre especies y entre lagunas para las conchas. También se determinó la relación entre las especies de cangrejos y las especies de conchas ocupadas, además de las relaciones morfométricas entre los cangrejos y las conchas que ocupan. Los parámetros morfométricos de cangrejos y conchas presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las especies de ermitaños y entre las lagunas. Se determinó que los cangrejos exhiben dimorfismo sexual en relación a la talla, con los machos más grandes que las hembras. Así mismo, la ocupación en relación a los sexos de cangrejos demostró que los machos ocuparon conchas más altas y con mayor diámetro de apertura para permitir su mayor crecimiento, mientras que las hembras ocuparon conchas con mayor volumen interno para proteger a la progenie. En cuanto a la forma, los machos ocuparon conchas triangulares, mientras que las hembras ocuparon conchas turriformes y cónicas, lo que se relaciona con las preferencias de cada sexo relacionadas a las conductas reproductivas. En el caso de la ornamentación, las conchas lisas fueron las más frecuentemente ocupadas. Esto último se explicó en función de las ventajas que dichas conchas proveen para desplazarse con mayor facilidad en el ambiente rodeado de vegetación acuática sumergida. La mayoría de las especies de cangrejos de tallas chicas ocuparon conchas de tallas chicas como *Cerithium atratum* y *Modulus modulus*, y de talla mediana como *Polinices duplicatus*. Lo anterior se explica debido a que la talla de los cangrejos está relacionada con la talla de las conchas que ocupan, lo que fue corroborado en base a las relaciones morfométricas resultantes, donde el ancho (AE) y el largo del escudo (LE) se relacionaron significativamente con el diámetro de la apertura de la concha (DIÁM). Finalmente, la prueba de Chi-cuadrada mostró que existe una relación de dependencia entre las especies de cangrejos ermitaños y las especies de conchas de gasterópodos ocupadas. Esto se explicó debido a que los cangrejos tienen selectividad por ciertas especies de conchas, y a la competencia intra- e interespecífica. Los patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en las cuatro lagunas contribuyen al conocimiento de las especies estuarinas en México.

INTRODUCCIÓN

Lagunas costeras

México tiene casi el 35 % de superficie estuarino-lagunar en el Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe (Espinoza, 2003). La línea costera del Golfo de México comprende desde el estado de Tamaulipas hasta el de Yucatán, tiene una extensión de 1,910 km y en ella se ubican los ríos más caudalosos (Grijalva, Usumacinta y Papaloapan). Las lagunas costeras del Golfo de México cubren una superficie aproximada de 5,767 km² y las lagunas de Madre y Términos constituyen los ecosistemas estuarinos más grandes del país, con 200,000 y 196,000 ha, respectivamente. En la costa se llevan a cabo diversas actividades económicas, sobresaliendo las pesquerías ribereñas, el turismo, la ganadería, la agricultura y la extracción de petróleo (Contreras y Castañeda, 2004). Desde el punto de vista ecológico, las lagunas costeras están consideradas como los recursos acuáticos más valiosos de México, debido a sus mecanismos ecológicos y flujos de energía particulares. De aquí que el conocimiento de la biodiversidad y de la importancia que ésta tiene en la ecología litoral, constituya una pieza fundamental para la comprensión, el manejo y la planificación de estos recursos naturales (Contreras, 1993).

Debido a que constituyen una transición entre el ambiente marino y el continental, las lagunas costeras tienen hábitats peculiares afectados por numerosos factores, algunos de los cuales influyen notablemente en la productividad biológica, tales como la geomorfología y batimetría, el régimen de mareas, las corrientes, las descarga de ríos que aportan nutrientes (fosfatos, nitratos y materia orgánica en suspensión), la temperatura, la salinidad y la vegetación circundante (en especial los mangles) y sumergida (Cárdenas, 1969). Entre los hábitats del ambiente estuarino se encuentran las praderas de vegetación sumergida que destacan por su alta tasa de productividad y su efecto estabilizador sobre el flujo del agua y los sedimentos. Así mismo, son áreas de crianza con altas densidades y diversidad de invertebrados y peces (García-Montes, 1988), algunos de ellos importantes comercialmente (Raz-Guzmán *et al.*, 1992a; Raz-Guzmán *et al.*, 1993).

Las lagunas costeras presentan una gran variedad de organismos, propiamente del sistema estuarino o bien de especies que penetran por las bocas entre los que destacan el fitoplancton, el zooplancton, el necton y el bentos, incluyendo los peces demersales, y los microorganismos en el sedimento, y todos juntos participan en los complejos ciclos energéticos, de minerales y de materia orgánica (Yáñez-Arancibia, 1986). Por otra parte, algunas lagunas están estrechamente asociadas a bosques de manglar, que constituyen hábitats particularmente ricos para la avifauna (los manglares son áreas imprescindibles y estratégicas para la migración de aves provenientes de Canadá y Estados Unidos), los reptiles y los mamíferos (Contreras y Castañeda, 2004).

Sistemática y biología de cangrejos ermitaños

Los cangrejos ermitaños pertenecen al subphylum Crustacea y, junto con los camarones, langostas y cangrejos braquiuros, forman parte del orden Decapoda. Dentro de éste se encuentra el infraorden Anomura que incluye a las familias de ermitaños Diogenidae y Paguridae, y los cangrejos chícharo Porcellanidae. La superfamilia Paguroidea es la más grande del infraorden de los anomuros.

Los cangrejos ermitaños están adaptados a vivir dentro de conchas de gasterópodos, condiciones en las que son muy exitosos, y en hábitats tanto terrestres y semiterrestres como acuáticos a profundidades de 3000 m (Iannacone y Alvariano, 2005). Se encuentran en varios tipos de ecosistemas, incluyendo océanos, costas, ríos, lagos, esteros, lagunas y ciénegas. Son

componentes importantes entre los macroinvertebrados de áreas intermareales y sublitorales alrededor del mundo (Turra *et al.*, 2002). Cerca de 40 a 50 géneros de estos cangrejos, con más de 700 especies, se encuentran entre los habitantes de la zona intermareal (Reese, 1969). La gran mayoría de las especies pertenece a las familias Diogenidae y Paguridae (Argüelles, 2007).

Los cangrejos ermitaños carecen de caparazón y tienen un abdomen blando, calcificado débilmente y enrollado en espiral, que por lo común mantienen oculto dentro de conchas vacías de moluscos gasterópodos con las que cargan para protegerse. Otras veces protegen su abdomen dentro de esponjas y diversos antozoos (Argüelles, 2007). La parte anterior del cuerpo donde se originan las partes bucales y las patas es el cefalotórax. Éste está cubierto dorsalmente por un caparazón compuesto de una porción dura, el escudo (ver Figura 1) y una parte membranosa suave. Esta última se amplía posteriormente a cada lado, está unida a los márgenes laterales del escudo y puede doblarse hacia abajo cuando el cangrejo se retrae en los confines de la concha de gasterópodo que habita. Situadas sub-dorsalmente y más o menos entre la base de los ojos están las antenas pareadas que sostienen setas sensoriales (Ingle, 1993).

De los cinco pares de apéndices torácicos (pereiópodos), el primero es quelado, por lo general fuerte y los apéndices que lo constituyen pueden ser asimétricos o similares en forma y tamaño. Los apéndices segundo y tercero son ambulatorios, simples y no quelados, y el cuarto y quinto par están reducidos y ayudan al ermitaño a mantener la concha en su posición. Los pleópodos o apéndices abdominales se ubican en un solo lado del abdomen (Argüelles, 2007). Las hembras poseen 4 pleópodos impares del lado izquierdo del abdomen mientras que los machos tienen 3 pleópodos en el mismo lado. El sexo de los cangrejos ermitaños está dado por la ubicación de los gonóporos en la base de los apéndices ambulatorios denominados segmentos coaxiales. En las hembras, los gonóporos son conspicuos en los segmentos coaxiales del tercer par de pereiópodos, y en los machos se presentan en el quinto par (Lancaster, 1988).

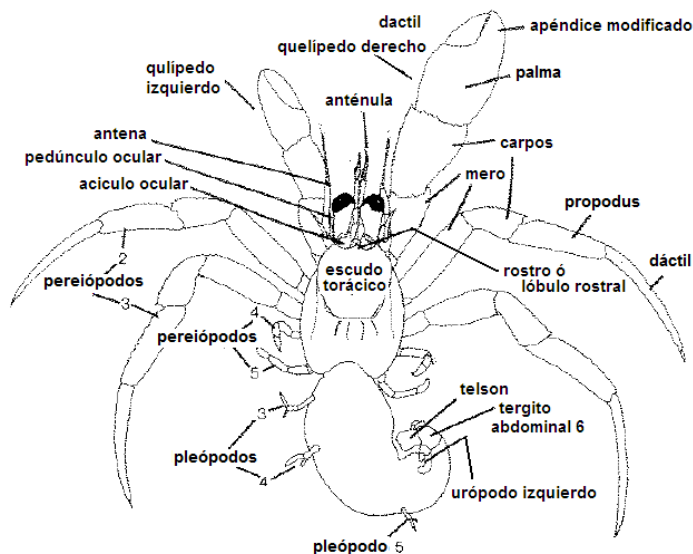


Figura 1. Esquema general de la morfología de un cangrejo ermitaño (modificado de MacLaughlin, 2003).

Los cangrejos ermitaños son representantes de los organismos omnívoros detritívoros y su alta flexibilidad alimenticia debe ser un factor primordial en su éxito como grupo. Los cangrejos son “oportunistas”, su contenido intestinal puede incluir desde restos de algas y fragmentos de conchas microscópicas, crustáceos y poliquetos, hasta espículas de esponjas, diatomeas y foraminíferos. Su dieta puede variar temporalmente para incluir presas más grandes como ofiúridos, bivalvos, anfípodos e incluso ermitaños pequeños. Estos cangrejos no acostumbran depredar gasterópodos saludables, aunque este punto es debatido (Lancaster, 1988).

Muchas especies de cangrejos ermitaños son gregarios, particularmente las especies intermareales de tamaño pequeño (Harvey, 1996). Para aparearse, los cangrejos ermitaños emergen parcialmente de sus conchas. Así, las superficies ventrales quedan unidas y se liberan simultáneamente espermatozoides y huevos. Posteriormente ocurre la ovoposición de las hembras y el abdomen se relaja para que ocurra la incubación. La masa de huevos, que adopta una coloración anaranjada, se conoce con el nombre de esponja. La hembra lleva los huevos bajo su abdomen, los cuales, una vez fecundados, son liberados en el agua, donde eclosionan larvas pequeñas de nado libre llamadas zoeas que entran a formar parte del zooplancton. Las larvas zoeas siguen una metamorfosis hacia el estado de megalopas, y posteriormente metamorfisan en el primer estado del cangrejo. La megalopa es el primero estadio capaz de reconocer y usar las conchas vacías de los gasterópodos (Harvey, 1996).

A pesar de la protección de sus conchas, los cangrejos ermitaños son víctimas de un gran número de depredadores, como por ejemplo peces como bacalao, pez lubina y tiburón espinoso. Otros depredadores incluyen las aves marinas, los cangrejos braquiuros, los pulpos y las estrellas de mar (Lancaster, 1988). Los depredadores de los cangrejos ermitaños pueden ser del tipo que trituran las conchas o de los que no la trituran. Los depredadores que trituran en general rompen la concha ya sea por aplastamiento o descarapelando los labios comprimiendo la concha entre dos superficies opuestas (por ejemplo, con las pinzas de los cangrejos). Los depredadores trituradores comunes son los crustáceos decápodos calápodos y xántidos, langostas espinosas y peces. Los depredadores no trituradores, como los pulpos, ingieren a los cangrejos sin dañar a la concha, ya que extraen al ermitaño con sus brazos succionadores mientras se anclan al exterior de la concha. Por otro lado, se sabe que ciertas características de la concha pueden influir en la depredación, como la arquitectura (el ancho de la pared, el tamaño de la abertura y la espira) y la epifauna (Lancaster, 1988).

Un pequeño porcentaje de cangrejos ermitaños usan conchas de bivalvos y de escafópodos, cilindros huecos de madera o fragmentos huecos de roca, mientras que otros viven en domicilios inmóviles proporcionados por tubos calcáreos de poliquetos o gastrópodos verméticos, corales y esponjas (Williams y McDermott, 2004).

En muchas regiones, las conchas de gasterópodos ocupadas por cangrejos ermitaños proporcionan un sustrato al cual adherirse y perforar para especies epibiontes y endolíticas (Williams y McDermott, 2004). Algunos organismos como gusanos y anfípodos se han asociado a los cangrejos ermitaños y sus conchas, viviendo en su interior sin que los efectos de estas asociaciones hayan sido documentados. En algunas áreas marinas, las conchas habitadas por cangrejos ermitaños son el único sustrato sólido, por lo que la abundancia de los cangrejos determina directamente las densidades de otros miembros de la comunidad (Guillén, 1992). Algunas de estas relaciones simbióticas pueden ser perjudiciales y otras benéficas para los cangrejos, por lo que resulta razonable suponer que el tipo de epibionte en la concha tendrá

efectos en la selección de la misma (Guillén, 1992). Por ejemplo, las conchas de gasterópodos y las especies asociadas pueden afectar el tamaño de la progenie de los cangrejos ermitaños, y pueden tener efectos potencialmente significativos en la adecuación de las especies (Williams y McDermott, 2004).

Sistemática y biología de moluscos gasterópodos

La clase Gastropoda pertenece al phylum Mollusca con más de 50,000 especies actuales descritas, por lo que constituye la clase más numerosa y que ha sido capaz de dispersarse y adaptarse tanto a la vida marina, como a la de agua dulce y terrestre. Para ello han sufrido diversas adaptaciones, como la presencia de un pie bien desarrollado mediante el cual reptan y, sobre él, una cabeza diferenciada (García-Cubas y Reguero, 2004).

Los moluscos gasterópodos varían desde caracoles con conchas externas y robustas, hasta endoparásitos vermiformes. Se clasifican en tres grupos principales: prosobranquios, opistobranquios y pulmonados, entre los cuales los primeros son los más numerosos. El cuerpo de los gasterópodos es asimétrico con una concha univalva, generalmente enrollada en espiral, y partes blandas más o menos diferenciadas en cabeza, pie, masa visceral y manto (Hughes, 1986).

La concha se origina como producto de secreción del epitelio superficial del manto, que forma las tres capas que la integra. La más externa es la capa protectora, de naturaleza generalmente córnea, compuesta principalmente de conquiolina, de apariencia y consistencia variables, que puede presentarse muy delgada y transparente como un ligero barniz, hasta gruesa y muy fibrosa. Los estratos situados por debajo de la capa externa son calcificados (mesostraco y endostraco) y se forman por procesos electroquímicos complejos desencadenados por los aminoácidos contenidos en la conquiolina, y mediante los cuales se acumulan las sales calcáreas suministradas por el epitelio del manto. El crecimiento de la concha se lleva a cabo en intervalos cíclicos, tanto en tamaño como en espesor, siendo más rápido el primero. Luego, a expensas del borde del manto, se da lugar a las líneas de crecimiento y otras ornamentaciones. Hasta la fecha se desconoce la periodicidad de los intervalos de crecimiento, y no existe una relación entre las líneas de crecimiento y la edad del animal reflejada en la concha, aunque la periodicidad de los intervalos está relacionada con factores intrínsecos como la fisiología, edad y etapa de vida, o se encuentra influida por factores externos, como la temperatura y salinidad del agua, y la disponibilidad del alimento (García-Cubas y Reguero, 2004).

La concha de un gasterópodo es esencialmente un cono enroscado helicoidalmente con crecimiento espiral perpendicular al eje del cuerpo, que se refleja en un incremento en el diámetro de las vueltas. Cada giro constituye una vuelta. Si es en el sentido de las manecillas del reloj, la torsión se denomina dextrógira o dextrorsa, y si se efectúa en sentido contrario, se denomina levógira o sinistrosa (García-Cubas *et al.*, 1994). La mayor parte de los gasterópodos son dextrógiros, una minoría levógiros y en algunas especies coinciden ambas disposiciones de las espiras (Barnes, 1990).

Las conchas de los gasterópodos ostentan una infinita variedad de colores, formas y relieves (Barnes, 1990). La superficie externa de las vueltas puede ser lisa u ornamentada con costillas, cordones, estrías, espinas, nódulos y tubérculos. Existen dos tipos de ornamentaciones: la escultura axial con elementos dispuestos paralelamente al eje de la concha de sutura a sutura, y la escultura espiral que es perpendicular a la anterior en la misma dirección (Brusca y Brusca, 2003).

La concha se inicia en una pequeña cámara denominada núcleo, se continúa en una o varias vueltas de origen embrionario, llamadas vueltas nucleares, las cuales por lo regular se distinguen en forma, color, textura y escultura de las vueltas postnucleares, posteriores a las primeras y originadas por el crecimiento del animal. Cuando las vueltas nucleares se conservan como un remanente, reciben el nombre de protoconchas. A la parte producida inmediatamente después de la protoconcha se le denomina teleoconcha e incluye todas las vueltas postnucleares (García-Cubas y Reguero, 2004).

La última vuelta del cuerpo, generalmente más desarrollada que las demás y en donde se ubica la apertura, se conoce como vuelta corporal, o como la última, y al resto como espira. Ésta abarca la penúltima vuelta que muchas veces presenta caracteres distintivos, haciéndola diferente de las vueltas apicales que se suceden después de ella y que llegan hasta el ápice de la concha. La unión o contacto entre dos vueltas forma la sutura y el límite que se aprecia superficialmente entre ambas se llama línea de sutura, que puede ser lisa o ligeramente marcada, acanalada o crenulada. A esta porción se le denomina hombro (García-Cubas y Reguero, 2004). La fusión de las vueltas en el interior origina una estructura llamada columela, que sigue la dirección del eje de la concha. Cuando la columela se extiende hacia adelante formando un tubo o canal, a éste se le denomina canal sifonal (García-Cubas *et al.*, 1994) (ver Figura 2).

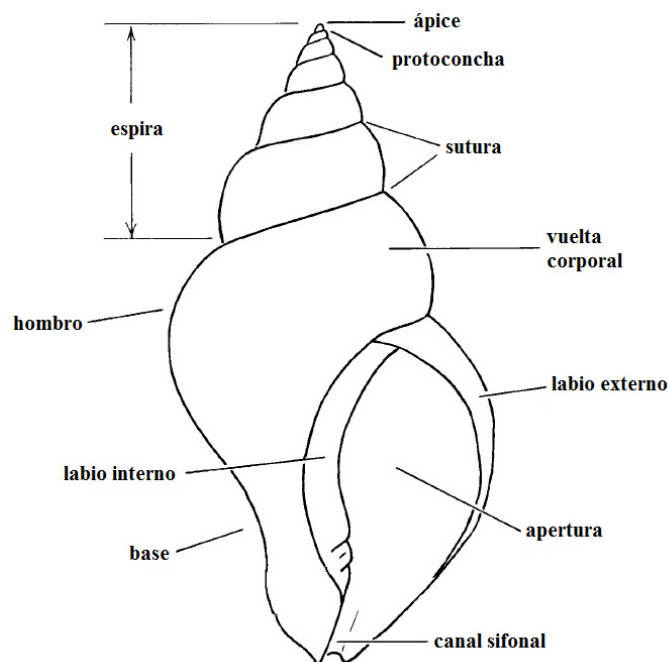


Figura 2. Esquema general de la morfología de un gasterópodo.

Con respecto a la forma, la concha de los gasterópodos presenta diversos tipos: pueden ser globosas, cónicas, fusiformes, turriculadas, etc., dependiendo del ángulo que se forma con relación al ápice. Así, las globosas forman un ángulo de 100° , mientras que las turriculadas tienen uno inferior a 20° . El tamaño de las conchas de los gasterópodos se puede clasificar en tres grupos: conchas pequeñas que van de milímetros a 1 cm, medianas que miden hasta 3 cm, y de más de 3 cm que se considera grande (García-Cubas *et al.*, 1994).

Asociación cangrejo-concha

Cuando los cangrejos sufren metamorfosis, deben localizar rápidamente un refugio vacío, que por lo general es una concha de gasterópodo de tamaño apropiado (Harvey y Colasurdo, 1993). A medida que siguen creciendo, tienen que buscar conchas más grandes, puesto que si no las encuentran pueden ser cada vez más vulnerables a la depredación (Vance, 1972a; Angel, 2000), la desecación (Taylor, 1981) y el estrés osmótico, y pueden también sufrir una disminución en la tasa de crecimiento y la fecundidad (Childress, 1972; Fotheringham, 1976a; Angel, 2000).

En situaciones donde las conchas pueden ser de varios tamaños y de diferentes morfologías, los animales que las usan pueden detectar las variaciones en estas características y usar esa información cuando realizan decisiones relacionadas a su comportamiento (Hazlett, 1996). Para los cangrejos ermitaños, los estudios sobre la biología del comportamiento muestran que el tamaño de las conchas ocupadas está correlacionado con el tamaño del cangrejo, indicando la presencia de un proceso de evaluación durante la selección de la concha (Hazlett, 1981). De esta forma, cuando un cangrejo ermitaño inspecciona una concha de gasterópodo vacía, utiliza información visual, información proveniente de receptores táctiles (Elwood y Stewart, 1985) e información resultante de experiencias pasadas con las conchas (Hazlett, 1992), mientras decide si entra en ella (Hazlett, 1996). Por ejemplo, los cangrejos ermitaños adultos casi siempre se introducen suavemente en las conchas apropiadas para su tamaño sin cometer los errores frecuentes de los cangrejos juveniles sin experiencia (Hazlett, 1995).

Considerando lo anterior, el patrón de comportamiento de los cangrejos ermitaños relacionado con la selección de conchas muestra que este proceso no es por casualidad, sino que está basado en la adecuación y la disponibilidad de sus recursos (Reese, 1962; Conover, 1978). Cada variable de la concha, incluyendo el volumen interno, el grosor de la pared, el peso de la concha, y la forma y el tamaño del opérculo, es importante para las diferentes especies de cangrejos ermitaños (Reese, 1962; Conover, 1978; Blackstone, 1985; Rodrigues *et al.*, 2000) debido a que el tipo y el tamaño de la concha ocupada por un cangrejo influyen su crecimiento y su rendimiento reproductivo. Estos factores ejercen un efecto en la adecuación de los cangrejos y también en la estructura demográfica de poblaciones separadas de ermitaños (Bertness, 1980). Además, la intensidad de la selección (“fitness”) de una concha en particular puede variar entre especies de cangrejos, lo cual refleja varias presiones de selección que, asociadas a diferentes hábitats, actúan en diferentes formas en cada especie de cangrejo ermitaño (Bertness, 1981a), y en diferentes áreas geográficas (Biagri *et al.*, 2006b).

De acuerdo a lo anterior, existe una fuerte presión selectiva para que los cangrejos obtengan una concha de talla adecuada (Gherardi, 2005). La selección de una concha del tipo y tamaño apropiados provee de ventajas a su ocupante porque el cangrejo es protegido del estrés mecánico, la deshidratación, las temperaturas extremas, los cambios de salinidad y la presión depredadora (Rittschoft *et al.*, 1995, *vide in* Argüelles, 2007). Las conchas demasiado pequeñas inhiben el crecimiento del cangrejo y reducen la protección contra depredadores, ya que pueden dejar expuestos los apéndices torácicos representando un alto riesgo al permitir que el depredador sea capaz de retirar al ermitaño de su concha. También disminuyen el éxito reproductivo tanto en machos como en hembras, al proporcionar un espacio reducido para la progenie (Giannelli, 2004). Por el contrario, las conchas demasiado grandes implican un costo energético excesivo para la locomoción, por lo que la selección de una concha grande implica que ésta también debe ser lo suficientemente fuerte para proveer protección contra los depredadores, pero al mismo tiempo debe ser ligera y fácil de cargar (Conover, 1979). Las conchas grandes pueden reducir la

movilidad y limitar el acceso a los alimentos, y posiblemente disminuir las oportunidades reproductivas. Por otro lado, las conchas que ofrecen un mayor volumen interno proporcionan una mayor protección en contra de los depredadores y de la desecación, mientras que las conchas más profundas permiten a los cangrejos ermitaños retractar todo su cuerpo protegiéndose del peligro (Giannelli, 2004).

Enfoque experimental

Diversos estudios han sugerido que los cangrejos ermitaños exhiben preferencias por tallas (Reese, 1962; Hazlett, 1970; Vance, 1972a; Kellogg, 1976; Conover, 1978; Bertness, 1980) y especies (Grant y Ulmer, 1974; Kellogg, 1977; Abrams, 1978; Bertness, 1980, 1982) particulares de conchas de gasterópodos. Así mismo, se han señalado algunas características preferidas de las conchas en base a las cuales los cangrejos llevan a cabo su elección, tales como el peso (Childress, 1972; Fotheringham, 1976b), el volumen interno (Fotheringham, 1980), la talla (Vance, 1972b; Fotheringham, 1976a, 1976b), las propiedades protectoras (Bertness, 1981b, 1982; Bertness y Cunningham, 1981) y las condiciones de la concha (McClintock, 1985).

Existen sin embargo, problemas con la definición de preferencia y con los diseños experimentales para probar lo anterior, en estudios donde a los cangrejos ermitaños se les presenta un tipo de concha más frecuentemente que otros, pero no siempre con la misma densidad. El problema con este tipo de experimentos, como en otros experimentos de opción, es que la preferencia se confunde con "capturabilidad" (o sea, la facilidad con la cual una concha puede ser encontrada, manejada y ocupada). Así, cuando a los cangrejos se les presentan proporciones iguales de diferentes tipos de conchas, algunos tipos pueden ser más ocupados, no porque sean preferidos, sino porque son más accesibles de manejar o porque los cangrejos pueden cambiarse con mayor facilidad dentro de ellos (Liszka y Underwood, 1990). Así, algunas especies de cangrejos ermitaños están adaptadas a ocupar conchas que encuentran más fácilmente en el campo, mientras que otras seleccionan conchas de acuerdo a su preferencia por el tipo, tamaño, forma o cobertura (Grant y Ulmer, 1974; Garcia y Mantelatto, 2001).

Las preferencias por ciertos tipos de conchas, como se ha observado con experimentos de elección en laboratorio, y la selección y el uso de conchas vacías proporcionadas a los cangrejos ermitaños, muestran ser factores importantes que determinan la utilización de conchas bajo condiciones naturales (Bertness, 1980). Sin embargo, para evitar confundir dichas preferencias, es necesario determinar el patrón de utilización de cada tipo de concha cuando está disponible (cuando no hay opción y por lo tanto ninguna preferencia) (Liszka y Underwood, 1990).

El tamaño óptimo de las conchas representa uno de los factores limitantes en la mayoría de los hábitats de los cangrejos ermitaños, ya que influye en el crecimiento, la fecundidad y el tamaño de la puesta, y restringe la reproducción y el crecimiento de la población. Las conchas pueden también interferir en la selección sexual y el comportamiento copulatorio de los cangrejos ermitaños (Fantucci *et al.*, 2008). Este factor también modifica el comportamiento de los cangrejos hacia la acción agresiva (Vance, 1972a; Fotheringham, 1976b). La competencia interespecífica por la concha ideal puede ser intensiva, y la búsqueda o la lucha por la mejor es un proceso oportunista (Fotheringham, 1976b; Pechenik y Lewis, 2000). Las características que definen la concha óptima varían entre especies y hábitats (Pechenik y Lewis, 2000). No obstante, se ha propuesto la existencia de una talla "óptima" de concha definida como aquella que maximiza la adecuación de un cangrejo de tamaño específico, a partir del efecto del tamaño de la concha en: 1) la sobrevivencia, debido a su influencia en la presión de depredación o en la

tolerancia térmica, 2) la tasa de crecimiento, 3) la fecundidad de los cangrejos, y 4) la preferencia por ciertas tallas de conchas de cangrejos de tamaño similar (Argüelles, 2007).

El tamaño de las conchas ocupadas en el campo está casi siempre bien correlacionado con el tamaño del cangrejo, aunque rara vez se encuentra a los cangrejos en conchas del tamaño ideal. Las conchas ocupadas pueden ser muy grandes o muy chicas, pero en general son más chicas que el tamaño preferido (Hazlett, 1981).

Patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños

El intrigante mecanismo de la ocupación de conchas de gasterópodos desarrollado por los cangrejos ermitaños está íntimamente relacionado a la protección de su no-calcificado abdomen contra la depredación, contra otros cangrejos ermitaños y contra mecanismos de abrasión, desecación, estrés térmico y osmótico, y los efectos que se desencadenan en el desarrollo y reproducción de los cangrejos (Fanticci *et al.*, 2008). Debido a que los cangrejos ermitaños mantienen una importante asociación con las conchas de gasterópodos, éstos han sido estudiados para probar teorías acerca de los patrones del uso de recursos en animales. Este interés se ha dado por dos razones. Primero, porque los ermitaños son usuarios obligados de las conchas vacías de gasterópodos (Hazlett, 1981), y segundo porque las conchas son recursos discretos, fácilmente cuantificables y manipulables (Hazlett, 1981; Liszka y Underwood, 1990).

El concepto de “patrón” implica la repetición de un hecho que generalmente ocurre en ambientes naturales, y esta repetición no es idéntica todo el tiempo, sino que es similar. Así, la existencia de una repetición significa que existe la posibilidad de una predicción, por ejemplo, en la evaluación de los patrones de distribución (Sánchez y Raz-Guzman, 1997; Barba *et al.*, 2005; Ayres-Peres y Mantelatto, 2008). La ocupación de conchas de gasterópodos por los cangrejos ermitaños está determinada por la disponibilidad de conchas vacantes, así como por diferentes factores bióticos y abióticos que modulan la selección y el uso de las conchas por parte de los organismos (Siliceo del Barrio, 2009).

En el campo, casi todas las poblaciones de cangrejos ermitaños ocupan una amplia variedad de tipos y tallas de conchas de gasterópodos. Parte de la variedad de las especies ocupadas por un cangrejo ermitaño se debe al patrón de ocupación que presentan los diferentes tamaños de cangrejos (Hazlett, 1981). De esta forma, la ocupación de conchas varía entre las poblaciones de cangrejos y está influenciada por el tipo y el tamaño de las conchas, la localidad, la preferencia de las conchas por los cangrejos ermitaños (Mantelatto y Garcia, 2000), la competencia por el recurso (Bertness, 1980) y la disponibilidad de conchas en la localidad. Esto último se encuentra fuertemente influenciado por la abundancia relativa de diferentes gasterópodos vivos y sus tasas de mortalidad (Mantelatto y Garcia, 2000). La disponibilidad de conchas ha sido registrada como el factor más importante que limita a las poblaciones de cangrejos ermitaños (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991; Turra y Leite, 2001).

Por otro lado, a pesar de que las diferencias entre los sexos han sido ignoradas en la mayoría de los estudios ecológicos de invertebrados marinos, las diferencias conspicuas relacionadas al sexo de los cangrejos ermitaños si han sido estudiadas (Bertness, 1981a; Abrams, 1988; Asakura, 1995; Benevenuto y Gherardi, 2001; Biagi *et al.*, 2006a). Asakura (1995) observó que los cangrejos ermitaños compiten por las conchas intraespecíficamente, y frecuentemente interespecíficamente, debido a que las conchas vacías son escasas en condiciones naturales y a que los cangrejos son incapaces de conseguir las conchas directamente de los gasterópodos vivos.

Así, las diferencias en la utilización de conchas entre los sexos indican una repartición del recurso debida a la competencia intraespecífica (Mantelatto y Garcia, 2000).

Bertness (1981a) realizó un estudio completo acerca de las diferencias sexuales en el uso de conchas por cangrejos ermitaños. Este autor demostró el dimorfismo sexual en el tamaño de machos y hembras, y atribuyó estas diferencias a la selección sexual que actúa para incrementar los esfuerzos competitivos de los machos, mientras que Abrams (1988) mencionó que el dimorfismo sexual puede ser explicado tanto por la competencia intraespecífica como por el reparto de la energía metabólica específica para cada sexo.

ANTECEDENTES

Los crustáceos, junto con los moluscos y peces, dominan en abundancia y número de especies en los sistemas estuarinos del suroccidente del Golfo de México (Raz-Guzman y Sánchez, 1996a; Barba, 1999; Corona *et al.*, 2000). Debido a lo anterior, las investigaciones realizadas en las últimas décadas en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre, además de estudios ambientales, incluyen en su mayoría estudios de crustáceos, peces y moluscos, en particular para la Laguna de Términos.

La información sobre la Laguna de Términos incluye estudios sobre hidrología (Mantilla, 2004; Morán, 2005), vegetación acuática y su relación con el hábitat (Raz-Guzman y de la Lanza, 1991; Raz-Guzman y Sánchez, 1996b; Sánchez *et al.*, 1996), las comunidades bentónicas (Raz-Guzman, 1995), así como sobre peces (Caso, 1991; Zarate, 1996; Guevara, 2004), moluscos (García-Cubas, 1981; Álvarez, 2006; Lemus, 2009), zooplancton, decápodos y anfípodos (Raz-Guzman y de la Lanza, 1993) y los crustáceos como camarones (Lin, 1990; Barbosa, 1994; Barba, 1995; Negreiros-Fransozo *et al.*, 1996; Barba *et al.*, 2005; Ramírez, 2006), isópodos (Romero, 2004), cangrejos braquiuros (Raz-Guzman y Sánchez, 1992a; Sánchez y Raz-Guzman, 1997), braquiuros y anomuros (Raz-Guzman *et al.*, 1986) y un estudio reciente sobre taxonomía de cangrejos ermitaños realizado por Schmidtsdorf (2009).

En el caso de la Laguna de Alvarado, los estudios más recientes engloban el diagnóstico ambiental (Concepción, 2002), la caracterización ambiental de la laguna (Raz-Guzman *et al.*, 1992a), la caracterización isotópica de la carcinofauna (Raz-Guzman *et al.*, 1993) y el estudio de peces (Montoya, 1998; González, 2008), moluscos (Reguero, 1994), crustáceos (Sánchez y Soto, 1993; Escamilla, 1996; Álvarez *et al.*, 1999; Peláez, 1993), cangrejos braquiuros (Raz-Guzman y Sánchez, 1992b) y cangrejos anomuros (Raz-Guzman *et al.*, 1992b).

Para la Laguna de Tamiahua, las investigaciones comprenden estudios geomorfométricos (Nava, 2005), de peces (Díaz *et al.*, 2000; Ruiz, 2006; Gaspar, 2007), moluscos (Ruiz, 1991; Guzmán, 1995), delfines (Heckel, 1992), copépodos (Álvarez, 1991), camarones (Luna, 1994; Latournerie, 2007; Cid, 2008; Raz-Guzman y Cid, sometido) y cangrejos braquiuros (Raz-Guzman y Sánchez, 1996a).

Finalmente, la Laguna Madre ha sido descrita considerando diferentes aspectos biológicos y ambientales recientemente por Tunell y Judd (2002). Así mismo, se han realizado estudios sobre peces (Goitia, 2000; Raz-Guzman y Huidobro, 2002), moluscos (Reguero, 2002), crustáceos y peces (Barba, 1992; Barba, 1999) y camarones (Barba, 1995; Lejía-Tristán *et al.*, 1995; Cid, 2008; Ocaña-Luna *et al.*, 2008; Raz-Guzman y Cid, sometido).

Las investigaciones sobre las cuatro lagunas en conjunto han sido abordadas por Raz-Guzman y Barba (2000) con el estudio de pastos marinos, su distribución y macrofauna asociada, y por Raz-Guzman y Sánchez (1998) y Raz-Guzman *et al.* (2004) con estudios sobre taxonomía y zoogeografía respectivamente, de cangrejos ermitaños estuarinos.

La información sobre algunas especies de cangrejos ermitaños en distintas áreas litorales de México ha sido descrita en estudios sobre la selección de conchas (Guillén, 1992), taxonomía (Valdéz, 2002; Schmidtsdorf, 2009), el uso diferencial de conchas en respuesta al oleaje (Argüelles, 2004), la selección de conchas y su relación con la locomoción (Argüelles, 2007) y la

distribución y ocupación de conchas (Siliceo del Barrio, 2009). En cuanto a las especies de cangrejos ermitaños distribuidos en las lagunas mexicanas, algunas siguen siendo poco conocidas como resultado de la dificultad que presentan los ejemplares de talla reducida para su identificación, en particular las del grupo *Provenzano* (Raz-Guzman y Sánchez, 1998). Las publicaciones previas de cangrejos ermitaños estuarinos de las lagunas del Golfo de México incluyen los catálogos de Raz-Guzman *et al.* (1986) para la Laguna de Términos, de Raz-Guzman *et al.* (1992b) para la Laguna de Alvarado y de Raz-Guzman y Sánchez (1998) para las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre, así como una publicación de Raz-Guzman *et al.* (2004) sobre zoogeografía.

Por otro lado, el estudio de la ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños es aún escaso tanto en México como a nivel mundial. La ocupación de conchas por cangrejos ermitaños en el campo ha sido estudiada en distintas partes del mundo (Gherardi, 1991; Manjón-Cabeza y García Raso, 1999; Martinelli y Mantelatto, 1999; Bertini y Fransozo, 2000; Mantelatto y Dominciano, 2002; Mantelatto y Meireles, 2004), mientras que otros han estudiado a los cangrejos bajo condiciones de laboratorio para verificar el patrón preferido considerando las conchas utilizadas en condiciones naturales (Lively, 1988; Hazlett, 1992; Garcia y Mantelatto, 2001).

No obstante este panorama y considerando el número de especies recientemente descritas en México, el desarrollo del conocimiento acerca de los patrones de ocupación de conchas y la relación que existe entre los cangrejos y las conchas de gasterópodos continúa siendo escaso, en especial para las especies estuarinas. Así, debido a que el estado del conocimiento sobre cangrejos ermitaños en México se ha concentrado principalmente en el ámbito descriptivo de pocas especies, en la selección de conchas en condiciones de laboratorio y en la distribución de las especies en las costas mexicanas, la escases de estudios sobre la ocupación de conchas de gasterópodos en condiciones naturales permite reafirmar la necesidad de mantener dicha línea de investigación para incrementar el conocimiento ecológico de las comunidades bentónicas de ambientes lagunares, en donde los cangrejos ermitaños son componentes importantes. Por lo anterior, la justificación del presente trabajo recae en el estudio de los patrones de ocupación de conchas de gasterópodos relacionando los factores bióticos y abióticos que influyen en dicho proceso.

OBJETIVO

Determinar los patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por parte de cangrejos ermitaños estuarinos en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre.

OBJETIVOS PARTICULARES

Analizar las variables morfométricas entre las especies de cangrejos, entre sexos y entre lagunas

Analizar las variables morfométricas entre las especies de conchas gasterópodos y entre lagunas

Determinar la relación entre las especies de cangrejos y las especies de conchas

Determinar la ocupación de las conchas, considerando su talla, forma y ornamentación, por los cangrejos machos y hembras

HIPÓTESIS

- A) Se espera que los cangrejos hembras ocupen conchas con mayor volumen interno para proveer espacio y resguardo a los huevos, y que los cangrejos machos ocupen conchas más altas para permitirles un mayor crecimiento.
- B) Así mismo, se espera observar una relación directa entre la talla del cangrejo ermitaño y la talla de la concha que ocupa.

ÁREA DE ESTUDIO

LAGUNA DE TÉRMINOS

La Laguna de Términos, Campeche, se encuentra entre los 91° 15' y 91° 51' longitud W y entre los 18° 27' y 18° 50' latitud N. Está separada del Golfo de México por la Isla del Carmen, y se comunica con el ambiente marino a través de la Boca de Puerto Real al noreste y la Boca del Carmen al noroeste. Su profundidad máxima es de 4 m. La laguna recibe los aportes de los ríos Candelaria, Chumpán y Palizada (ver Figura 3a), de los cuales el último forma parte del sistema Grijalva-Usumacinta. Para el área se registra una época de lluvias de junio a septiembre, una de nortes de octubre a enero, y una seca de febrero a mayo (Raz-Guzman *et al.*, 1986). Las mareas son mixtas diurnas, con un intervalo promedio anual de 0.45 m. La circulación del agua está regulada por las mareas, el flujo de los ríos y el viento, con lo cual se forma un patrón de circulación del agua con un flujo neto de entrada por la Boca de Puerto Real y un flujo neto de salida por la Boca del Carmen (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988). Asimismo, la onda de marea penetra por ambas bocas produciéndose un encuentro de ambas ramas en el interior de la laguna (Mancilla y Flores, 1980).

El clima es A m w, es decir cálido húmedo con lluvias en verano. Se registra una temperatura del agua máxima de 31 °C. La salinidad en la laguna varía de acuerdo a la estación del año en relación a la época de lluvias o secas. El valor máximo registrado es de 33 ‰ en la Boca de Puerto Real. Las descargas fluviales aportan elevadas cantidades de materia orgánica de origen terrestre a la laguna, además de la materia orgánica autóctona proveniente de los ceibadales y manglares. Los valores más altos de sedimentos limo-arcillosos se localizan en la parte oeste de la laguna, los fondos de arena predominan a lo largo del margen interno de la Isla del Carmen, los de grava se registran en las bocas de los ríos y de la laguna, y los sedimentos ricos en carbonato de calcio se localizan en la mitad este de la laguna (Raz-Guzman y de la Lanza, 1991).

La heterogeneidad ambiental determinada por la presencia y tipos de vegetación acuática sumergida proporcionan una variedad de hábitats y microhábitats. Entre éstos, las praderas de pastos marinos (ceibadales) y macroalgas son particularmente importantes, ya que proveen áreas de crianza para las fases larvarias y juveniles de varias especies de crustáceos y peces de importancia comercial (Raz-Guzman *et al.*, 1993).

LAGUNA DE ALVARADO

La Laguna de Alvarado forma parte del Sistema Lagunar de Alvarado que se ubica en la planicie costera del área central del estado de Veracruz. El sistema incluye el Canal Buen País, la Laguna Buen País, la Laguna Camaronera y la Laguna de Tlalixcoyan (ver Figura 3b) (Winfield, 1999). Este sistema se localiza entre los 95° 43'30'' y 95° 57'30'' longitud W y los 18° 42'30'' y 18° 52' latitud N, y está separada del Golfo de México por una barrera arenosa (Raz-Guzman *et al.*, 1992a). El sistema tiene forma alargada y es paralelo a la línea de costa, con una longitud aproximada de 26 km y un ancho que no excede los 5 km (Montoya, 1998). El subsistema de Laguna de Alvarado se comunica con el ambiente marino a través de la Boca de Alvarado, mientras que en la Laguna Camaronera se presenta una comunicación artificial (Raz-Guzman *et al.*, 1992b).

Los ríos Papaloapan, Acula, Camarón y Blanco desembocan en las lagunas de Alvarado y Tlalixcoyan, circunstancia que genera una marcada heterogeneidad en cuanto a la distribución de

la salinidad en espacio y tiempo. Climáticamente se presenta una época seca de marzo a mayo, una de lluvias de junio a octubre, y una de nortes de noviembre a febrero (Raz-Guzman *et al.*, 1992b). El principal río que desemboca en el sistema lagunar llega por el sureste y es el Papaloapan. El caudal de este río sobrepone a las barreras de la marea y a la influencia del agua marina, y mantiene un balance positivo de gasto. En condiciones de nortes esta situación se revierte temporalmente, y el río siempre aporta agua en un promedio diario de 40 millones de m³. El Río Acula recibe un brazo de agua proveniente de la Laguna de Tlalixcoyan, la cual se une a la de Alvarado por el sur y se comunica previamente con el Río Blanco. La energía en la Laguna de Alvarado se debe a la acción de las mareas y el flujo de los ríos (Espinoza, 2003). La salinidad máxima de 24 ‰ se registra entre marzo y mayo a lo largo del margen interno de la barrera (Raz-Guzman *et al.*, 1992a).

El clima es de tipo AW2, cálido con lluvias en verano (García, 1973). La temperatura del agua máxima es de 33 °C (Montoya, 1998). Los sedimentos son predominantemente arenosos y limo-arcillosos, con una distribución heterogénea de texturas, contenido de materia orgánica y carbonatos a lo largo del sistema (Raz-Guzman *et al.*, 1992a). En general, el complejo lagunar es somero, con una profundidad máxima de 3 m.

Al ser una laguna costera, presenta una mezcla de agua dulce con agua marina que, aunado a la poca profundidad resulta en diferencias considerables de temperatura, salinidad, turbidez, oxigenación y concentraciones de nitratos tanto para el agua superficial como para la de fondo. La variación de la salinidad, como consecuencia de la mezcla de agua salada y dulce, representa un reto para la fisiología de los organismos, por lo que menos especies pueden adaptarse a este ambiente con respecto a otras lagunas (Fernández, 1989).

LAGUNA DE TAMIAHUA

La Laguna de Tamiahua está localizada en la parte occidental del Golfo de México, entre los 21° 06' y 22° 05' N y los 97° 23' y 97° 46' W. Es la laguna costera más grande del estado de Veracruz, con una superficie aproximada de 880 km², una longitud de 100 km y un ancho de 25 km (Díaz *et al.*, 2000). Dos bocas conectan a la laguna con el mar: Tampachichi al norte y Corazones al sur (ver Figura 3c). La laguna recibe la descarga de numerosos esteros de pequeño caudal: La Laja, Cucharas, San Jerónimo, Tancochín, Tampache y Milpas (Díaz *et al.*, 2000). En el interior de la laguna se localizan varias islas, siendo las principales Juana Ramírez, del Toro y del Idolo. En las islas Juana Ramírez y del Toro hay antiguas dunas estabilizadas, que probablemente representan vestigios de una antigua barrera arenosa. En la Isla del Idolo, en cambio, sólo se observan cordones de playa y antiguos meandros de ríos (Ayala-Castañares y Segura, 1981).

La laguna tiene una profundidad promedio de 2 a 3 m, con la mayor de 5 m entre la Isla del Ídolo y el margen continental (de la Lanza Espino y Cáceres Martínez, 1994). El clima es AW2 subhúmedo, lluvioso en verano y seco en invierno, modificado por las frecuentes tormentas y nortes que se presentan con fuertes vientos en esa misma dirección. La salinidad del agua de la laguna tanto en la superficie como en el fondo, indica dos facies: una polihalina entre 16 y 30 ‰ y otra euhalina mayor de 30 ‰. La facies euhalina se distribuye en la porción sur de la laguna que recibe el efecto de las mareas que penetran por la Boca de Corazones. La temperatura del agua de superficie y de fondo en términos generales se comporta de manera similar. Las temperaturas más bajas (23 °C) se encuentran en el área cercana a la Boca de Corazones, y en el

resto de la laguna oscilan entre 29 °C y 31.4 °C, con una máxima de 34 °C (Ayala-Castañares y Segura, 1981).

Los sedimentos de la laguna son principalmente de tipo limo arcilloso. La laguna está separada del Golfo de México por una barrera arenosa de forma angular denominada Cabo Rojo, compuesta por arenas cuarcíticas, salvo algunos lugares de sotavento en donde existen manglares en los que se encuentran sedimentos finos (Ayala-Castañares y Segura, 1981). Es importante señalar que esta barrera representa un área de importancia zoogeográfica debido a que representa el límite de transición entre las provincias Templada-Carolineana y Tropical-Caribeña para las comunidades de invertebrados marinos de aguas someras (Thurman II, 1987).

LAGUNA MADRE

La Laguna Madre se localiza en el estado de Tamaulipas (23° 48' a 25° 30' N y 97° 23' a 97° 52' W). Hacia el norte se encuentra limitada por los depósitos del río Bravo y hacia el sur por la desembocadura del río Soto la Marina. La superficie total es aproximadamente de 2000 km² y es el mayor de los sistemas lagunares mexicanos. El vaso de la laguna está separado del Golfo de México por una barrera arenosa de 180 km de longitud. Es una laguna somera, con profundidades máximas de 3 m en la parte central de la cuenca septentrional, mientras que en la cuenca meridional se registran profundidades máximas de 1 m (Tunnell y Judd, 2002). Se comunica con el mar por un número variable de bocas, siendo cuatro las permanentes: Boca de Mezquital, Boca Ciega, Boca de Catán y Boca de Caballos (ver Figura 3d) (Barba, 1999). Se encuentra separada del Golfo de México por una barrera litoral recta y uniforme hacia barlovento e irregular hacia la laguna. La depresión de la laguna se rellena parcialmente debido al aporte del Río San Fernando, el cual divide a la laguna en dos cuencas: septentrional y meridional (Ocaña-Luna *et al.*, 2008).

La laguna tiene un clima de tipo BS1(h')hw, semiseco con lluvias en verano y escasas a lo largo del año (Ocaña-Luna *et al.*, 2008). La precipitación promedio anual es de 628 mm (Estavillo y Aguayo, 1985). La evaporación que se ha registrado en el área excede la precipitación, y se presentan salinidades de 33 a 62 ‰, y temperaturas de 25 a 35 °C en verano y de 19 a 25 °C en invierno (Tunnell y Judd, 2000). El Río San Fernando aporta un volumen reducido de agua y de sedimentos limo-arcillosos. Debido a ello, la laguna tiende a azolverse y secarse, lo que producirá un incremento en la concentración salina y el correspondiente depósito de yeso y sal, especialmente en las llanuras marginales de la porción norte. Además, la laguna presenta un régimen micromareal, una circulación interna controlada por el viento, una evaporación elevada y un intercambio limitado con el Golfo, lo cual favorece la precipitación salina al no renovarse continuamente el agua de la laguna (Estavillo y Aguayo, 1985). Debido a estas condiciones, se estableció una industria salinera en la parte norte de la laguna.

La vegetación acuática de las cuatro lagunas varía en composición y extensión. En Tamiahua y Madre se distribuyen praderas extensas del pasto marino *Halodule wrightii* Aschers, mientras que en Términos domina *Thalassia testudinum* Banks ex König, y en menor grado *H. wrightii* y *Syringodium filiforme* Kütz. En el sistema lagunar de Alvarado solamente se distribuye *Ruppia maritima* L. Las macroalgas ocupan extensiones amplias en las cuatro lagunas. A excepción de la Laguna Madre, los mangles *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.)L., *Laguncularia racemosa* (L.)L. F.Gaertner y *Conocarpus erectus* L. se establecen en las zonas intermareales (Raz-Guzman y Sánchez, 1998).

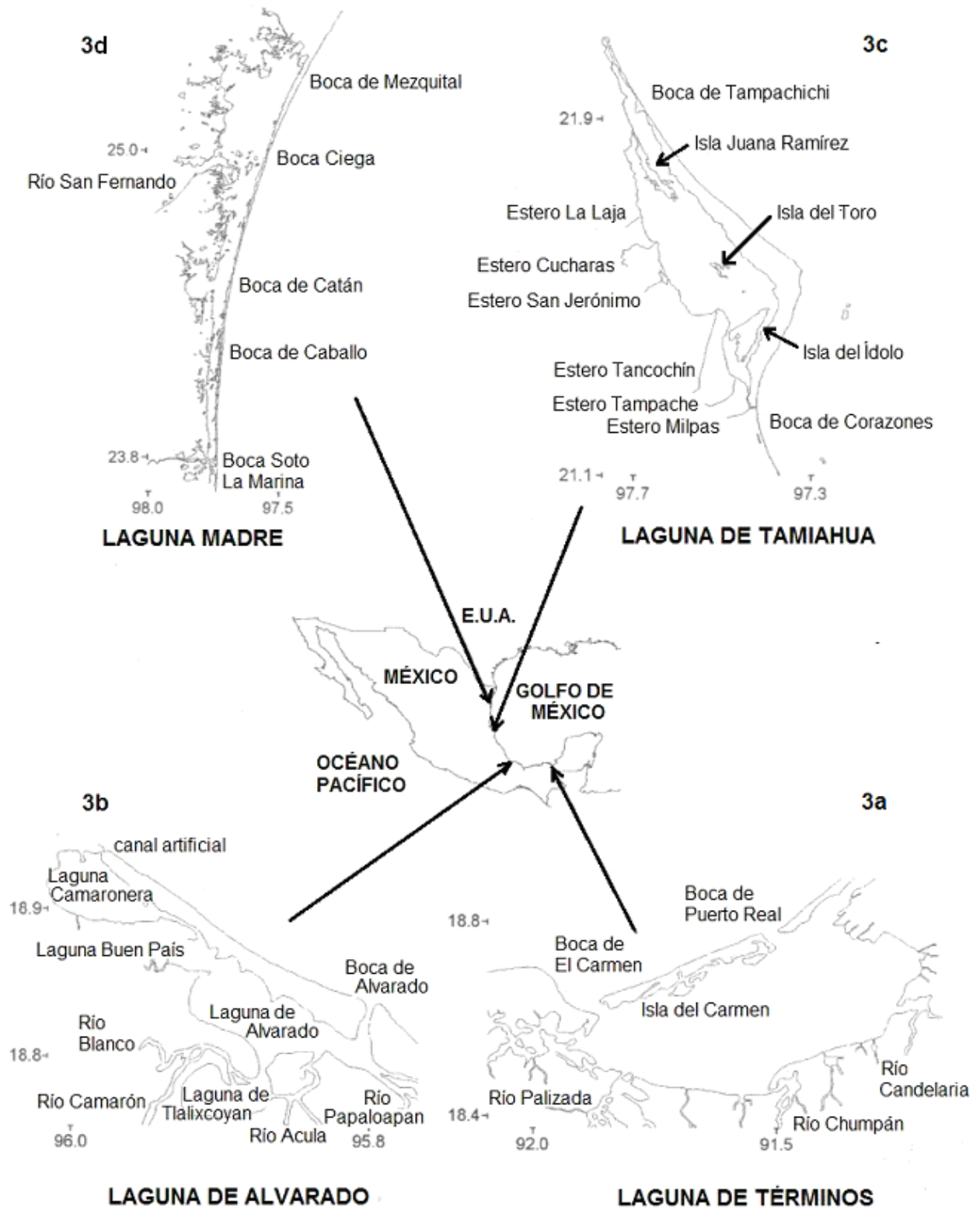


Figura 3. Área de estudio (3a: Laguna de Términos, 3b: Laguna de Alvarado, 3c: Laguna de Tamiahua, 3d: Laguna Madre).

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio de la ocupación de conchas de gasterópodos por parte de cangrejos ermitaños se basó en el análisis de material biológico recolectado en la laguna de Términos (en 11 localidades, ver Figura 3a), la laguna de Alvarado (en tres localidades, ver Figura 3b), la laguna de Tamiahua (en 11 localidades, ver Figura 3c) y la laguna Madre (en 19 localidades, ver Figura 3d), albergado en el Laboratorio de Ecología del Bentos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, entre 1984 y 1996. Las localidades de muestreo se localizaron en las bocas de los ríos y de las lagunas, las islas, los hábitats con vegetación acuática sumergida, los sustratos suaves sin vegetación y la franja intermareal, para cubrir la heterogeneidad espacial de cada laguna. Los muestreos se realizaron con una red de barra tipo Renfro (de 1.8 m de boca y 1 mm de luz de malla), una red de prueba camaronera (de 5 m de boca y 1 cm de luz de malla) y manualmente en las épocas de sequía, lluvias y nortes.

La identificación de los ejemplares a nivel de especie se llevó a cabo siguiendo las claves taxonómicas especializadas de Provenzano (1959), McLaughlin y Provenzano (1974), García-Gómez (1982) y Lemaitre *et al.*, (1982) para cangrejos ermitaños, y de Abbott (1974), García-Cubas (1981) y García-Cubas y Reguero (2004) para gasterópodos.

Las variables morfométricas registradas para cada cangrejo fueron: 1) peso húmedo (PH, g), utilizando una balanza analítica modelo Scout Pro SP202 marca OHAUS®, 2) longitud del escudo (LE, mm) que va desde la parte anterior del escudo o punta del escudo, hasta el extremo posterior de la sutura cervical, utilizando un vernier, 3) ancho del escudo (AE, mm) con un vernier (ver Figura 4), y 4) sexo de todos los individuos, en base a la posición de los gonóporos.

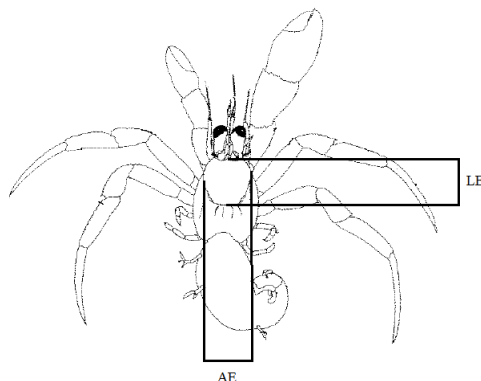


Figura 4. Esquema general de un cangrejo ermitaño (LE=longitud del escudo, AE=ancho del escudo) modificado de MacLaughlin (2003).

Las variables morfométricas registradas con un vernier para las conchas de gasterópodos fueron las siguientes: a) la altura (ALT, mm) como la distancia desde el ápice de la concha hasta el punto extremo del labio externo, b) el ancho máximo (AM, mm), c) el diámetro de la apertura (DIÁM, mm) como el ancho por la altura de la apertura, y d) el ancho del labio externo (ALE, mm) (ver Figura 5). El peso (PC, g) se obtuvo con una balanza analítica. Finalmente, se determinó el volumen interno (VOL, ml) de cada concha utilizando la fórmula $v=m/\delta$ (Morris, 1987), donde m representa la masa total (g) de la concha con agua destilada inyectada previamente en su interior y δ representa el valor de la densidad del agua destilada ($\delta=0.997075$ g/cm³). De esta forma, cada concha fue pesada (PC, g) en una balanza analítica con agua

destilada en su interior para obtener la masa (g) total y se calculó finalmente el volumen interno (ml). Con lo anterior, las variables obtenidas para cada cangrejo y concha fueron registradas en tablas para su análisis estadístico (ver Anexo 1 y Anexo 2).

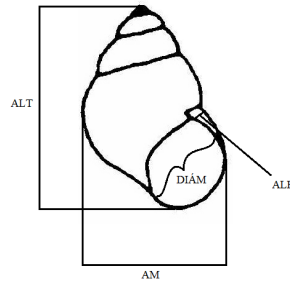


Figura 5. Esquema general de un gasterópodo (ALT=altura máxima, AM= ancho máximo, DIÁM=diámetro de la apertura, ALE=ancho del labio externo).

La prueba de independencia de Chi-cuadrada para variables cualitativas ($P \leq 0.05$) se utilizó para determinar si las especies de cangrejos y las especies de conchas ocupadas en las cuatro lagunas eran dependientes entre sí. Así, la hipótesis alterna (H_a) estableció que todas las especies de gasterópodos y de cangrejos son dependientes o que sí existe relación entre éstas en cada laguna.

Las tallas de los cangrejos ermitaños se analizaron mediante la distribución de frecuencias para cada sexo de todas las especies identificadas en cada laguna, donde la construcción de los intervalos de clase (K) se realizó mediante la fórmula de Sturges. Posteriormente, se determinó la relación entre las variables morfométricas de cangrejos ermitaños, la relación entre las variables morfométricas de conchas de gasterópodos, y también las relaciones entre las variables morfométricas en la asociación cangrejo-gasterópodo, para lo cual se construyó una matriz de correlación de Pearson. De esta forma, se llevó a cabo el análisis de regresión lineal simple para obtener los modelos explicativos correspondientes a las mejores relaciones entre las variables (es decir, que resultaran significativas con $r \geq 0.80$ y $P \leq 0.05$). Adicionalmente, se analizó si el modelo de regresión para cada caso era en efecto válido empleando la prueba de análisis de varianza (ANDEVA) ($P \leq 0.05$). Así, la hipótesis alterna (H_a) establecía que existía una relación lineal entre la variable y y la variable x , y por lo tanto el modelo tenía validez.

La prueba de ANDEVA ($P \leq 0.05$) también se utilizó para determinar las variaciones de las características morfométricas entre las especies de cangrejos ermitaños y entre las especies de gasterópodos en las cuatro lagunas, después se determinó si había variaciones entre lagunas para cangrejos y conchas, y finalmente, las variaciones de las características morfométricas de conchas ocupadas entre los sexos de todas las especies de cangrejos ermitaños. La hipótesis alterna (H_a) en la prueba de ANDEVA estableció que al menos dos medias eran diferentes. Así, se determinó las medias que eran significativamente diferentes unas de otras en cada caso y se realizó una comparación múltiple utilizando el procedimiento de LSD (Least Significant Difference), que realizó contrastes de comparaciones múltiples de los datos permitiendo formar distintos grupos con medias similares. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando los paquetes estadísticos Statgraphics ver. 5.1 y Statistica ver. 7. Según el caso, se registró la media, el error estándar (EE), el valor del estadístico de Fisher (F), el valor de probabilidad (P) y el cuadrado medio del error (CME). Es importante señalar que se decidió incluir dentro de los análisis a las especies que estuvieron representadas por sólo un ejemplar debido a que esto no modificó el resultado obtenido.

RESULTADOS

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y NUMÉRICA

Los ejemplares recolectados en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre incluyeron conchas de gasterópodos y cangrejos ermitaños. Se identificaron dos familias, cuatro géneros y diez especies de cangrejos ermitaños para 72 individuos recolectados en las cuatro lagunas, que incluyeron a 42 machos y 30 hembras no ovígeras (Tabla 1). La ubicación taxonómica de los cangrejos se presenta según Provenzano (1959), McLaughlin y Provenzano (1974), García-Gómez (1982) y Lemaitre *et al.*, (1982).

Phylum Arthropoda
Clase Crustacea
Orden Decapoda
Infraorden Anomura
Familia Diogenidae
Clibanarius vittatus (Bosc, 1802)
Petrochirus diogenes (Linnaeus, 1758)
Paguristes hummi Wass, 1955
Paguristes tortugae Schmitt, 1933
Paguristes hernancortezi McLaughlin y Provenzano, 1974

Familia Paguridae
Pagurus annulipes (Stimpson, 1860)
Pagurus criniticornis (Dana, 1852)
Pagurus maclaughlinae García-Gómez, 1982
Pagurus longicarpus Say, 1817
Pagurus pollicaris Say, 1817

La especie predominante de cangrejo ermitaño en las cuatro lagunas fue *Clibanarius vittatus* con un 66.7 % del total de individuos en todas las lagunas. La Laguna Madre albergó el mayor número de individuos (con 18), seguida por la Laguna de Tamiahua (con 15). En cuanto a las especies restantes, *Pagurus annulipes*, *P. maclaughlinae* y *P. longicarpus* representaron el 5.6 % cada una, *Paguristes tortugae* y *Pagurus pollicaris* el 4.2 % cada una, *Petrochirus diogenes* y *Pagurus criniticornis* el 2.8 % cada una, mientras que *Paguristes hummi* y *P. hernancortezi* representaron cada una solo el 1.4 % (ver Tabla 1).

Considerando los registros morfométricos, las especies *Paguristes hummi*, *Paguristes tortugae*, *Paguristes hernancortezi*, *Pagurus annulipes*, *Pagurus criniticornis*, *Pagurus maclaughlinae*, *Pagurus longicarpus* y *Pagurus pollicaris* presentaron tallas pequeñas, *Clibanarius vittatus* intermedias, y únicamente *Petrochirus diogenes* presentó tallas mayores (ver Tabla 1).

Con respecto a las lagunas, el mayor número de especies de cangrejos ermitaños se registró en la Laguna de Términos con ocho especies, seguida de la Laguna Madre con seis especies y la Laguna de Tamiahua con cuatro especies, y en la Laguna de Alvarado sólo se observó una especie. Por otro lado, la mayor abundancia de cangrejos ermitaños se registró para la Laguna Madre con 27 ejemplares y la Laguna de Términos con 21, seguidas por la Laguna de Tamiahua con 18 ejemplares, estando en último lugar la Laguna de Alvarado con una abundancia marcadamente baja de seis ejemplares de la especie *Clibanarius vittatus* (ver Tabla 1 y Figura 6).

Tabla 1. Número de individuos, de machos (M) y de hembras no ovígeras (H) de cangrejos ermitaños en las cuatro lagunas, con valores promedio de ancho del escudo (AE, mm), longitud del escudo (LE, mm) y peso húmedo (PH, g).

Especie / Laguna	Términos			Alvarado			Tamiahua			Madre			Total	Escudo		Peso PH
	M	H	Total	M	H	Total	M	H	Total	M	H	Total		LE	AE	
Diogenidae																
<i>Clibanarius vittatus</i>	6	3	9	4	2	6	7	8	15	11	7	18	48	6.7	5.6	3.15
<i>Petrochirus diogenes</i>	1		1							1	1	2	20.5	20.5	29.2	
<i>Paguristes hummi</i>										1	1	1	7.5	7	3.25	
<i>Paguristes tortugae</i>	1	2	3									3	4	3	0.23	
<i>Paguristes hernancortezi</i>	1		1									1	3	2	0.06	
Paguridae																
<i>Pagurus annulipes</i>	1		1				1		1	1	1	2	4	1.87	1.5	0.04
<i>Pagurus criniticornis</i>	1	1	2									2	2	1.85	1.15	0.064
<i>Pagurus maclaughlinae</i>	1		1				1		1	1	1	2	4	2.32	1.87	2.74
<i>Pagurus longicarpus</i>	2	1	3					1	1			4	4	3.1	2.3	0.09
<i>Pagurus pollicaris</i>										2	1	3	3	4	3.3	0.44
Total	14	7	21	4	2	6	9	9	18	15	1	27	72			

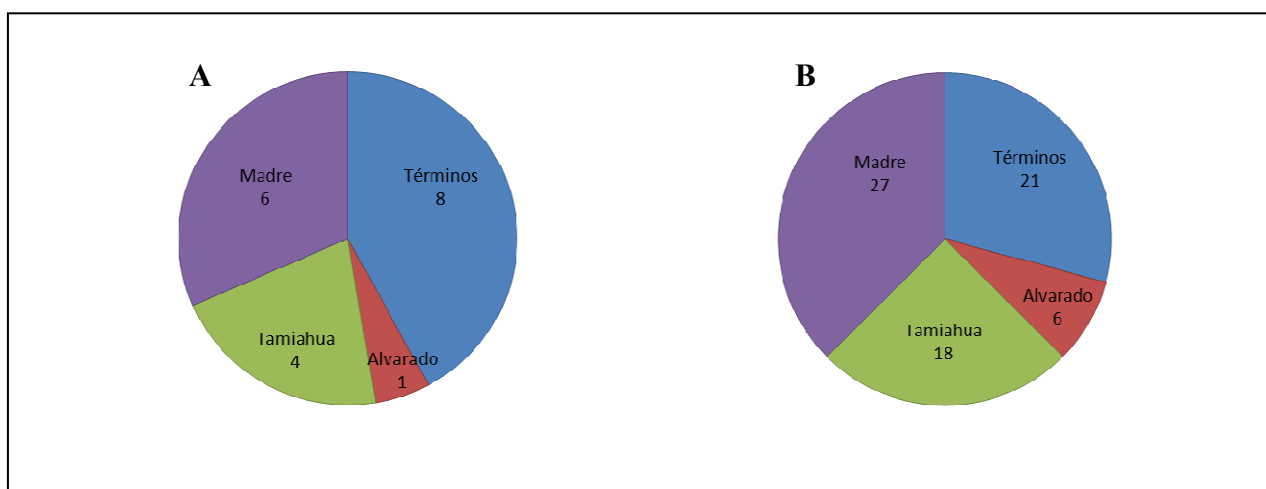


Figura 6. Número de especies (A) y número de individuos (B) de cangrejos ermitaños en cada laguna.

En cuanto a las conchas de gasterópodos, se identificaron 12 familias, 4 subfamilias, 14 géneros y 18 especies de un total de 72 ejemplares recolectados en las cuatro lagunas (ver Tabla 2).

Phylum Mollusca

Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Subclase Prosobranchia Milne-Edwards, 1848

Orden Archaeogastropoda Thièle, 1925

Familia Neritidae Rafinesque, 1815

Neritina reclivata (Say, 1822)

Neritina virginea (Linnaeus, 1758)

Orden Mesogastropoda Thièle, 1925

Familia Modulidae Fischer, 1884

Modulus modulus (Linnaeus, 1758)

Familia Potamididae H. y A. Adams, 1854

Subfamilia Potamidinae H. y A. Adams, 1854

Cerithidea (Cerithidiopsis) pliculosa (Menke, 1829)

Familia Cerithiidae Fleming, 1822

Subfamilia Cerithiinae Fleming, 1822

Cerithium (Thericium) atratum (Born, 1778)

Cerithium (Thericium) lutosum Menke, 1828

Familia Strombidae Rafinesque, 1815

Strombus (Strombus) alatus Gmelin, 1791

Familia Naticidae Forbes, 1838

Subfamilia Polinicinae Gray, 1847

Polinices duplicatus (Say, 1822)

Orden Neogastropoda Wenz, 1938

Familia Muricidae Rafinesque, 1818

Subfamilia Muricinae Rafinesque, 1815

Chicoreus (Murex) dilectus (A. Adams, 1855)

Familia Coralliophilidae Chenu, 1859

Coralliophila caribaea (Abott, 1958)

Familia Buccinidae Rafinesque, 1815

Cantharus mollis (Gould, 1860)

Familia Melongenidae Gill, 1867

Melongena melongena (Linnaeus, 1758)

Melongena (Rexmela) corona bispinosa (Philippi, 1844)

Subfamilia Busyconinae Finlay y Marwick, 1937

Busycon (Sinistrofulgor) contrarium (Conrad, 1840)

Busycon (Fulguroopsis) spiratum plagosum Conrad, 1863

Familia Nassariidae Iredale, 1916

Nassarius (Nassarius) vibex (Say, 1822)

Familia Fasciolariidae Gray, 1853

Fasciolaria (Cinctura) liliun branhami Rehder y Abbott, 1951

Pleuroploca gigantea Kiener, 1840

Tabla 2. Número de ejemplares de las especies de gasterópodos y el valor promedio de cada especie de las variables altura (ALT, mm), ancho máximo (AM, mm), ancho del labio externo (ALE, mm), diámetro de la apertura (DIÁM, mm), peso de la concha (PC, g) y volumen interno (VOL, ml). Lagunas de Términos (LT), Alvarado (LA), Tamiahua (Lt) y Madre (LM).

Especie / Laguna	LT	LA	Lt	LM	Total	ALT	AM	ALE	DIÁM	PC	VOL
<i>Busycon contrarium</i>				5	5	55.6	30.8	0.6	236.3	18.3	5.4
<i>Busycon spiratum plagosum</i>	1			1	2	84	44	0.2	737.5	21.3	15.6
<i>Cantharus mollis</i>				1	1	28	15	1	32	3.2	0.7
<i>Cerithidea pliculosa</i>	1		2	2	5	19.3	9.9	0.15	26.2	1.3	0.39
<i>Cerithium atratum</i>	6			2	8	21.6	18.06	0.4	74.3	0.68	0.16
<i>Cerithium lutosum</i>	4				4	13.5	6.2	0.5	17.2	0.2	0.04
<i>Coralliophila caribaea</i>	1				1	48	32	1.5	190	11.3	4.1
<i>Fasciolaria liliun branhamae</i>				5	5	62.2	29.4	0.4	279.1	14.7	6.2
<i>Melongena corona bispinosa</i>	1				1	158	60	1.5	1350	85.6	63.7
<i>Melongena melongena</i>	1		6		7	77.4	62.3	1	1191.2	94.2	42.6
<i>Modulus modulus</i>	2			1	3	6.3	7.6	0.2	13.1	0.2	0.09
<i>Murex dilectus</i>	2				2	32	15	2	27.7	3.4	0.73
<i>Nassarius vibex</i>				1	1	11.5	7	0.2	4.5	0.2	0.04
<i>Neritina reclinata</i>		4			4	50.2	46.3	1	463	2	0.39
<i>Neritina virginea</i>	1	2		1	4	17.7	16.1	0.6	93.6	0.8	0.14
<i>Pleuroploca gigantea</i>				1	1	177	73	1.4	1440	137	80.4
<i>Polinices duplicatus</i>	1		9	6	16	29.5	33.6	0.5	268	14	5.7
<i>Strombus alatus</i>				1	1	38	22	0.2	90	5.5	2
Total	21	6	17	27	71						

La especie de gasterópodo más abundante fue *Polinices duplicatus* con 22.5 % del total de ejemplares recolectados, siendo nueve ejemplares de la Laguna de Tamiahua y seis de la Laguna Madre. El 11.3 % pertenece a la especie *Cerithium atratum*, el 9.9 % a la especie *Melongena melongena*, el 7 % a las especies *Busycon contrarium*, *Cerithidea pliculosa* y *Fasciolaria liliun branhamae* respectivamente, las especies *Cerithium lutosum*, *Neritina reclinata* y *N. virginea* representaron cada una el 5.6 %, el 4.2 % pertenece a las especie *Modulus modulus*, el 2.8 % lo representa las especies *Busycon spiratum plagosum* y *Murex dilectus*, mientras que las especies *Cantharus mollis*, *Coralliophila caribaea*, *Melongena corona bispinosa*, *Nassarius vibex*, *Pleuroploca gigantea* y *Strombus alatus* representaron cada una el 1.4 % del total (ver Tabla 2).

En cuanto a los registros morfométricos, se observó que *P. gigantea* fue marcadamente más grande que las otras conchas recolectadas, con los valores mayores de talla, peso y volumen interno (ver Tabla 2).

Con respecto a las lagunas, la Laguna Madre registró al mayor número de especies (12 especies), seguida de la Laguna de Términos con 11 especies, la Laguna de Tamiahua registró tres especies diferentes y la Laguna de Alvarado solo dos especies de gasterópodos. Así mismo, la Laguna Madre también presenta la mayor abundancia de conchas recolectadas (con 27), seguida por la Laguna de Términos (con 21) y la Laguna de Tamiahua (con 17). En este caso también resalta la Laguna de Alvarado por presentar una abundancia marcadamente baja de seis ejemplares y solamente dos especies, *Neritina reclivata* y *N. virginea* (ver Tabla 2 y Figura 7).

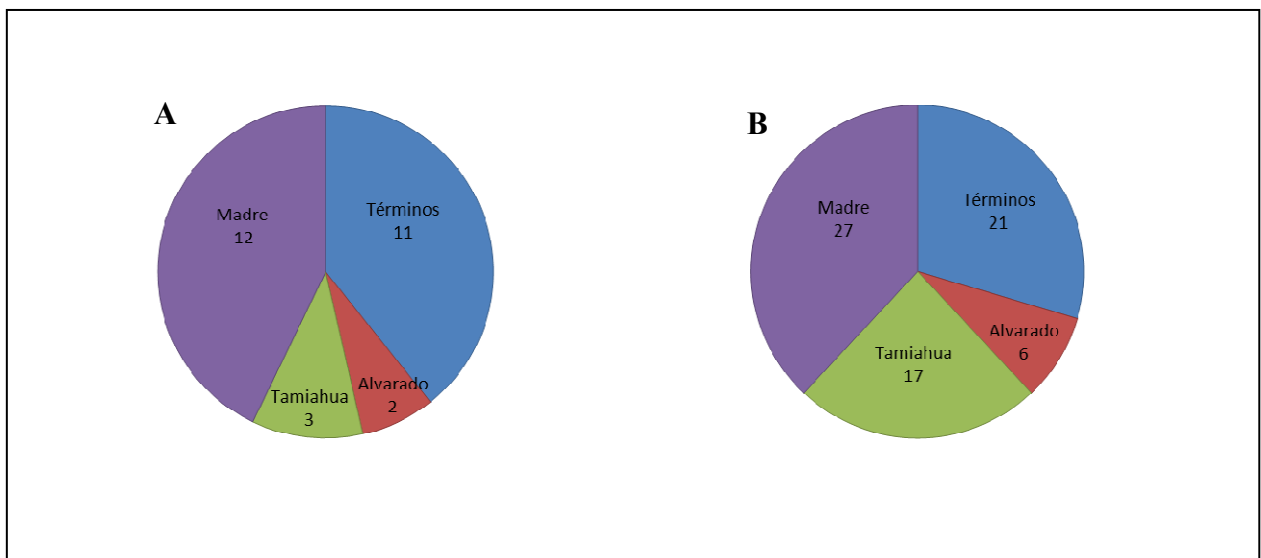


Figura 7. Número de especies (A) y número de ejemplares de conchas de gasterópodos (B) colectados en cada laguna.

TALLAS Y RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LOS CANGREJOS ERMITAÑOS

Relaciones entre las variables morfométricas de cangrejos ermitaños

Las relaciones entre la talla y el peso húmedo de los cangrejos ermitaños en las cuatro lagunas muestreadas fueron determinadas calculando las ecuaciones de regresión lineal simple del tipo $y=\beta_0+\beta_1x$, donde y representó las medidas del ancho (AE) y longitud (LE) del escudo y x al peso húmedo (PH). De esta forma, se observó que ambas relaciones fueron significativas (con $r\geq 0.80$). No obstante, la mejor relación se registró entre el peso húmedo y el ancho del escudo PH-AE, con $r=0.89$ y con coeficiente de determinación del 80 % (ver Tabla 3). Así mismo, el modelo de regresión lineal simple obtenido para PH-AE explicó un 80 % de la variabilidad de AE con respecto a PH (ver Figura 8).

La prueba adicional de ANDEVA ($P\leq 0.05$) mostró que existe una dependencia lineal de la variable respuesta y respecto a la x , por lo que se aceptó la hipótesis alterna (H_a). Esto mostró que los modelos de regresión obtenidos para PH-AE y PH-LE eran significativos, y por lo tanto, válidos.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión lineal simple que resultaron significativas (con $r\geq 0.80$) entre la talla y el peso de los cangrejos ermitaños (LE=longitud del escudo; AE=ancho del escudo; PH=peso húmedo).

Relaciones	Ecuación	R^2 (%)	r	EE	*F
PH x LE	$LE=3.8692 + 0.6722*PH$	76.66	0.8756	2.1277	229.93
PH x AE	$AE=3.0212 + 0.6451*PH$	80.44	0.8969	1.8247	287.96

r =coeficiente de correlación de Pearson; R^2 =coeficiente de determinación en %; EE=error estándar; F=valor de Fisher; * $P\leq 0.05$

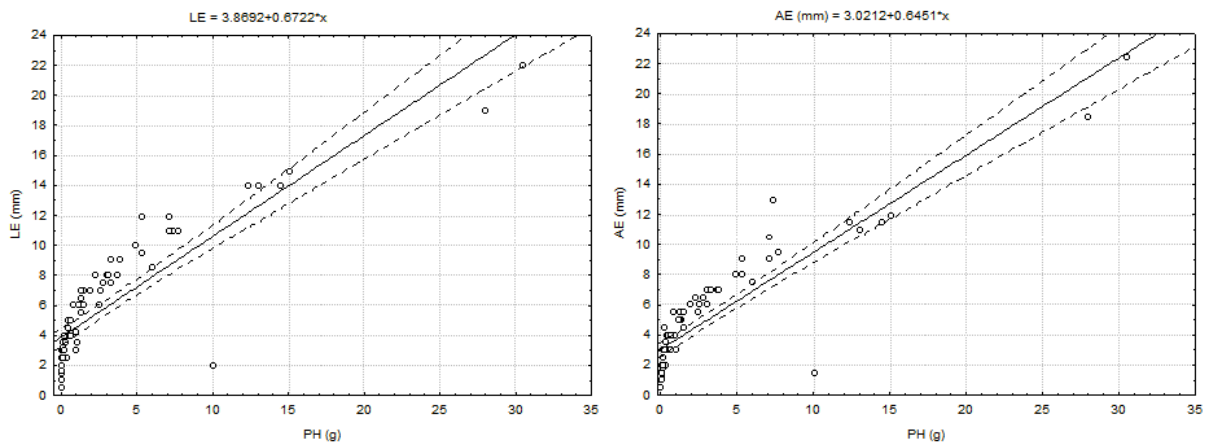


Figura 8. Regresiones lineales simples entre el peso del cangrejo ermitaño (PH) como variable independiente y la longitud (LE) y el ancho (AE) del escudo del cangrejo como variables dependientes.

Análisis de las variables morfométricas entre las especies de cangrejos ermitaños

De acuerdo con los datos obtenidos de los ejemplares de cangrejos, en la Tabla 4 se observan los resultados de la prueba de ANDEVA que se aplicó para identificar si existen diferencias entre las especies de acuerdo a la longitud del escudo, el ancho del escudo y el peso húmedo del cangrejo (LE, AE y PH).

El ANDEVA para las variables AE, LE y PH mostró que existen diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes especies de cangrejos ermitaños. La comparación de medias entre cada especie utilizando la prueba de LSD resultó en la formación de cuatro grupos de especies de cangrejos con medias similares para las variables LE y AE: el grupo A lo compone *Pagurus annulipes*, *P. criniticornis*, *P. maclaughlinae* y *P. longicarpus*, que tuvieron valores menores de LE y AE, seguido por valores intermedios del grupo B que lo compone *Clibanarius vittatus* y del grupo AB, que está integrado por las especies *Paguristes hummi*, *P. tortugae*, *P. hernancortezi* y *Pagurus pollicaris*. Finalmente, el grupo C lo conformó *Petrochirus diogenes* que obtuvo los valores mayores de LE y AE. Los grupos formados para la variable PH son: el grupo A lo compone la mayoría de las especies a excepción de *P. diogenes* que compone al grupo B y que obtuvo el mayor promedio de PH (ver Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de medias múltiples (LSD) por especie de cangrejo ermitaño de la ANDEVA con grupos homogéneos para cada variable (LE=longitud del escudo, AE=ancho del escudo, PH=peso húmedo del cangrejo ermitaño).

Especies de cangrejos	n	LE (mm)		AE (mm)		PH (g)	
		*F=6.71		*F=9		*F=13.23	
		gl (9,62)		gl (9,62)		gl (9,62)	
		CME=11.09		CME=8.33		CME=12.72	
<i>Clibanarius vittatus</i>	48	6.7	B	5.6	B	3.15	A
<i>Petrochirus diogenes</i>	2	20.5	C	20.5	C	29.25	B
<i>Paguristes hummi</i>	1	7.5	AB	7	AB	3.25	A
<i>Paguristes tortugae</i>	3	4	AB	3	AB	0.23	A
<i>Paguristes hernancortezi</i>	1	3	AB	2	AB	0.06	A
<i>Pagurus annulipes</i>	4	1.87	A	1.5	A	0.04	A
<i>Pagurus criniticornis</i>	2	1.85	A	1.15	A	0.06	A
<i>Pagurus maclaughlinae</i>	4	2.32	A	1.87	A	2.74	A
<i>Pagurus longicarpus</i>	4	3.1	A	2.37	A	0.09	A
<i>Pagurus pollicaris</i>	3	4	AB	3.33	AB	0.44	A

F=valor de Fisher, gl=grados de libertad, CME=cuadrado medio del error entre grupos; * $P \leq 0.05$ (Valores con la misma letra son estadísticamente similares con respecto al método LSD)

Análisis de las variables morfométricas de cangrejos ermitaños entre las lagunas

La prueba de ANDEVA se aplicó de la misma forma para identificar diferencias entre las cuatro lagunas muestreadas de acuerdo a la talla y peso de todos los individuos de cangrejos recolectados. Los resultados para esta prueba mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) para las variables LE, AE y PH entre las lagunas. No obstante, en la Figura 9 se observa que las lagunas de Términos y Madre son las que tienen los intervalos más amplios tanto de LE como de AE y PH debido a la presencia de la especie más grande de cangrejo ermitaño, *Petrochirus diogenes*.

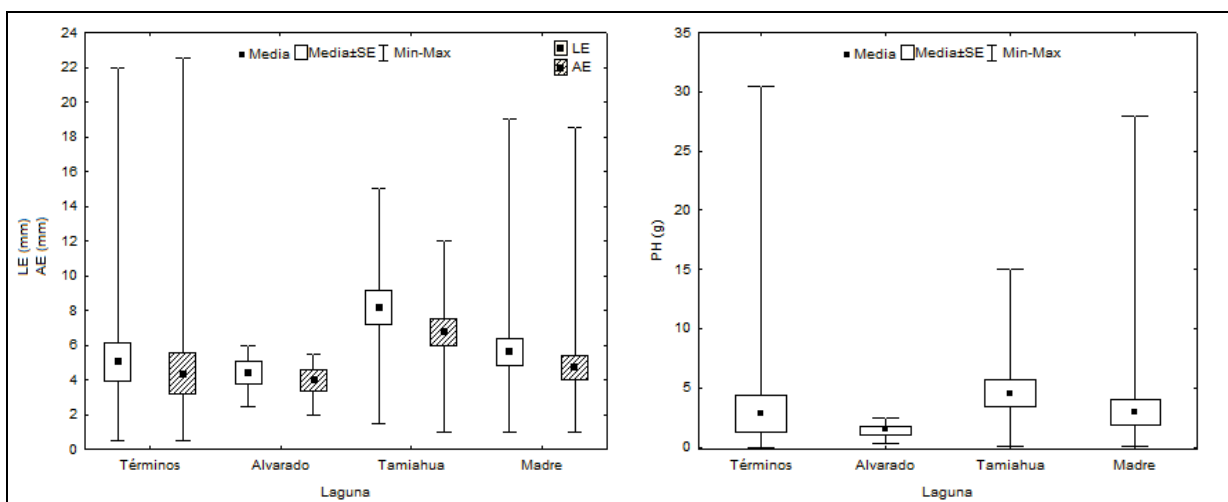


Figura 9. Comparación entre lagunas de la talla y peso de cangrejos ermitaños (LE= longitud del escudo; AE= ancho del escudo; PH= peso húmedo).

Distribución de tallas entre sexos de cangrejos ermitaños en las lagunas

La frecuencia de tallas de los cangrejos ermitaños fue determinada por sexos para todas las especies identificadas en las lagunas de Términos, Tamiahua y Madre, ya que en la Laguna de Alvarado solo se registró la especie *Clibanarius vittatus* que presentó valores de tallas medianas tanto para machos como para hembras.

En la Laguna de Términos, el rango de tallas (mínimo-máximo) de la variable longitud del escudo (LE) fue de 0.5-22.4 mm y el del ancho del escudo (AE) fue de 0.5-22.9 mm. Los cangrejos en la Laguna de Términos incluyeron tallas chicas, medianas y grandes, con la predominancia de tallas pequeñas a medianas. El rango de las tallas chicas para la variable LE fue de 0.5-4.8 mm y de 0.5-4.9 mm para la variable AE, el rango de tallas medianas fue de 4.9-13.6 mm para LE y de 5-13.9 mm para AE mientras que el rango de tallas grandes fue de 13.7-18 mm para LE y de 14-22.9 mm para AE.

La mayoría de las hembras y machos (71 % cada uno) se ubicaron en el intervalo de clase de 0.5-4.8 mm de LE, indicando tallas pequeñas, al igual que para la variable AE donde el 86 % de las hembras y el 71 % de los machos se ubicaron en el intervalo de 0.5-4.9 mm. Las tallas medianas registraron porcentajes de frecuencia menores en el caso de las hembras para la variable LE, y en el caso de los machos para las variables LE y AE. Cabe señalar que las tallas grandes están representadas sólo por los machos para la variable AE (ver Figura 10).

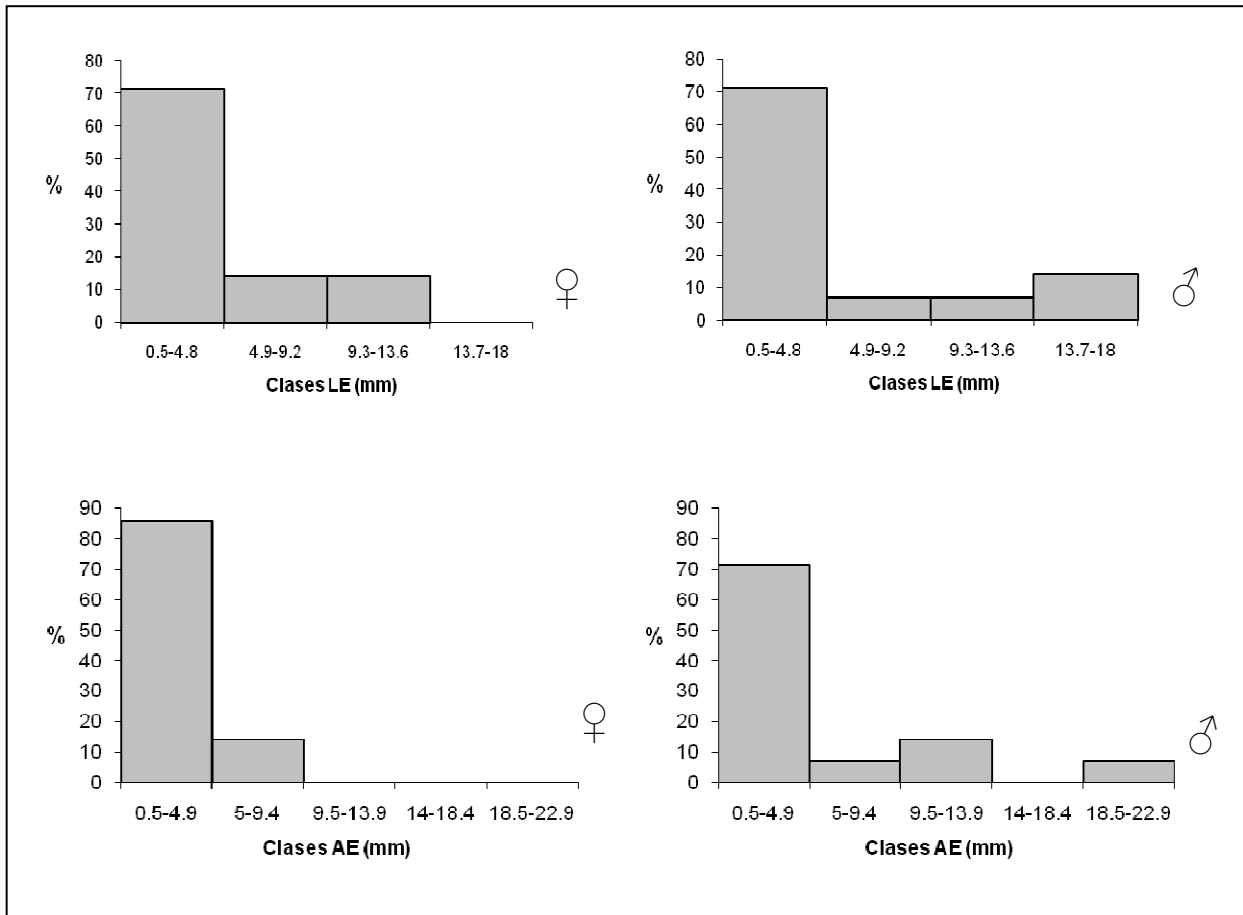


Figura 10. Distribución de frecuencias de tallas (LE=longitud del escudo; AE=ancho del escudo) para hembras y machos de cangrejos ermitaños colectados en la Laguna de Términos.

El rango de tallas en la Laguna de Tamiahua fue de 1.5-15 mm para la variable LE y de 1-12.4 mm para la variable AE. Las tallas de los cangrejos en esta laguna fueron chicas, medianas y grandes. El rango de tallas chicas en la laguna fue de 1.5-6.9 mm para LE y de 1-5.5 mm para AE, el de tallas medianas fue de 7-12.3 mm para LE y de 5.6-10.1 para AE y el rango de tallas grandes fue de 12.4-15 mm para LE y de 10.2-12.4 mm para AE.

Las hembras obtuvieron el mayor porcentaje de ocupación (33 %) de LE para tallas chicas en el intervalo de clase 1.5-4.2 mm, mientras que para la variable AE el porcentaje más alto (22 %) se registró tanto para tallas chicas, medianas y grandes. Por otro lado, los machos mantuvieron el mismo porcentaje de frecuencia (de 33 %) para las variables LE y AE para tallas medianas, seguido de un 22 % para tallas chicas y tallas grandes (ver Figura 11).

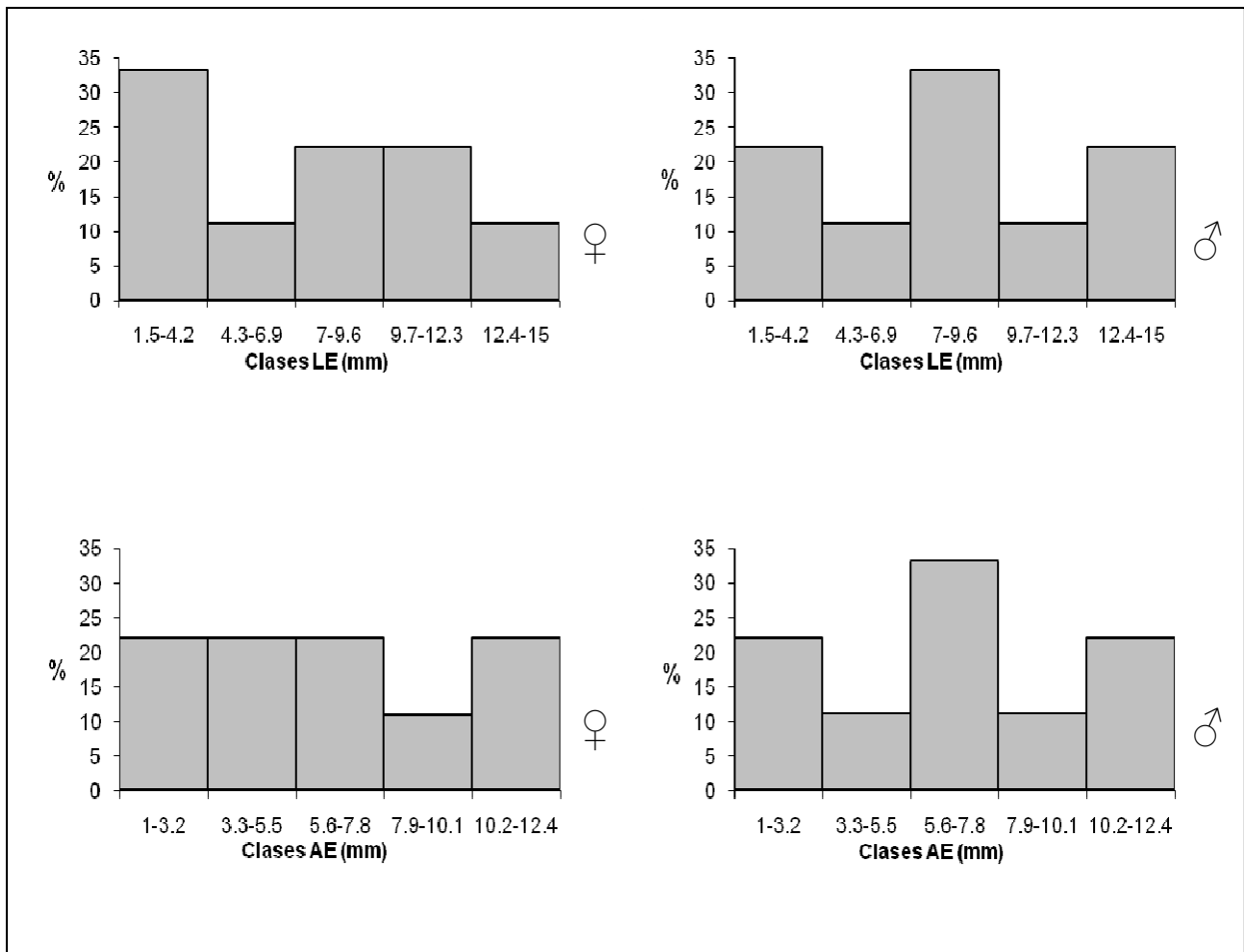


Figura 11. Distribución de frecuencias de tallas (LE=longitud del escudo; AE=ancho del escudo) para hembras y machos de cangrejos ermitaños colectados en la Laguna de Tamiahua.

En la Laguna Madre, el rango de tallas para la variable LE fue de 1-19.5 mm y para la variable AE fue de 1-18.9 mm. El rango de tallas chicas en este caso fue de 1-7.1 mm para LE y de 1-6.9 mm para AE, el de tallas medianas fue de 7.2-13.3 mm para LE y de 7-12.9 mm para AE y el rango de tallas grandes fue de 13.4-19.5 mm para LE y de 13-18.9 mm para AE.

Las tallas de los cangrejos en este caso fueron chicas, medianas y grandes, con la predominancia de tallas chicas y medianas. Para la variable LE se observó que tanto hembras como machos registraron el mayor porcentaje de 42 % y 47 % respectivamente para tallas chicas en el intervalo 1-4 mm, seguido de un 17 % y 27 % para tallas medianas. Para la variable AE, las hembras y los machos obtuvieron el porcentaje más alto (42 % y 47 % respectivamente) para tallas chicas en el intervalo de clase 1-3.9 mm. No obstante, se observa que las hembras son las únicas que registran tallas grandes para ambas variables (ver Figura 12).

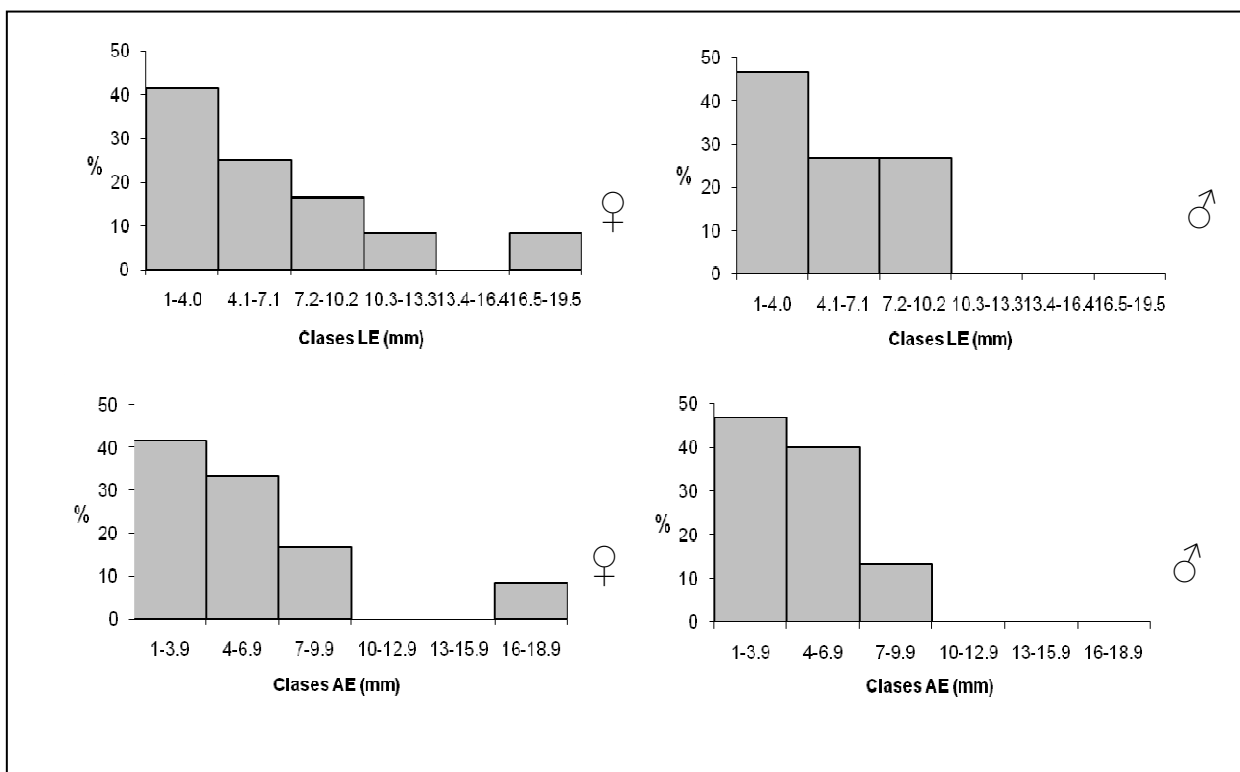


Figura 12. Distribución de frecuencias de tallas (LE=longitud del escudo; AE=ancho del escudo) para hembras y machos de cangrejos ermitaños colectados en la Laguna Madre.

RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LAS CONCHAS DE GASTERÓPODOS

Relaciones entre las variables morfométricas de las conchas de gasterópodos

Las variables morfométricas obtenidas de todas las especies de conchas de gasterópodos en las cuatro lagunas también fueron analizadas para obtener las mejores relaciones mediante regresiones lineales simples del tipo $y = \beta_0 + \beta_1 x$. Así, se observó que las relaciones que resultaron significativas de acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson fueron DIÁM-AM, DIÁM-PC, DIÁM-VOL y PC-VOL donde en estos casos y representó al ancho máximo (AM), al peso de la concha (PC) y al volumen interno (VOL).

Las relaciones DIÁM-AM, DIÁM-PC y DIÁM-VOL resultaron con un coeficiente de correlación de Pearson ≥ 0.08 . Las relaciones DIÁM-PC y DIÁM-VOL mostraron modelos de regresión lineal simple que explicaron un 86 % de la variabilidad del peso y del volumen con respecto al diámetro (ver Tabla 5 y Figuras 13 y 14), mientras que la relación PC-VOL resultó con el valor más alto de los coeficientes de determinación, explicando un 94 % de la variabilidad de las observaciones totales del volumen interno de la concha con respecto al peso (ver Tabla 5 y Figura 14), por lo que representó el mejor modelo de regresión obtenido.

La prueba de ANDEVA ($P \leq 0.05$) para todas las relaciones mostró que existe una dependencia lineal de la variable respuesta y respecto a la x , por lo que se aceptó la hipótesis alterna (H_a) y por tanto, se concluyó que los modelos de regresión obtenidos eran válidos.

Tabla 5. Ecuaciones de regresión lineal simple que resultaron significativas (con $r \geq 0.80$) para las variables morfométricas de conchas de gasterópodos (AM=ancho máximo; DIÁM=diámetro de la apertura; PC=peso de la concha; VOL=volumen interno).

Relaciones	Ecuación	R ² (%)	r	EE	F
DIÁM x AM	AM=15.9906 + 0.0414*DIÁM	69.20%	0.8319	11.5486	157.32
DIÁM x PC	PC=-5.182 + 0.0759*DIÁM	86.47	0.9299	12.5461	447.52
DIÁM x VOL	VOL=-3.5405 + 0.0389*DIÁM	86.73	0.9313	6.36403	457.70
PC x VOL	VOL = -0.5742 + 0.4968*PC	94.05	0.9698	4.25917	1108.15

r=coeficiente de correlación de Pearson; R²=coeficiente de determinación en %; EE=error estándar; F=valor de Fisher; *P \leq 0.05

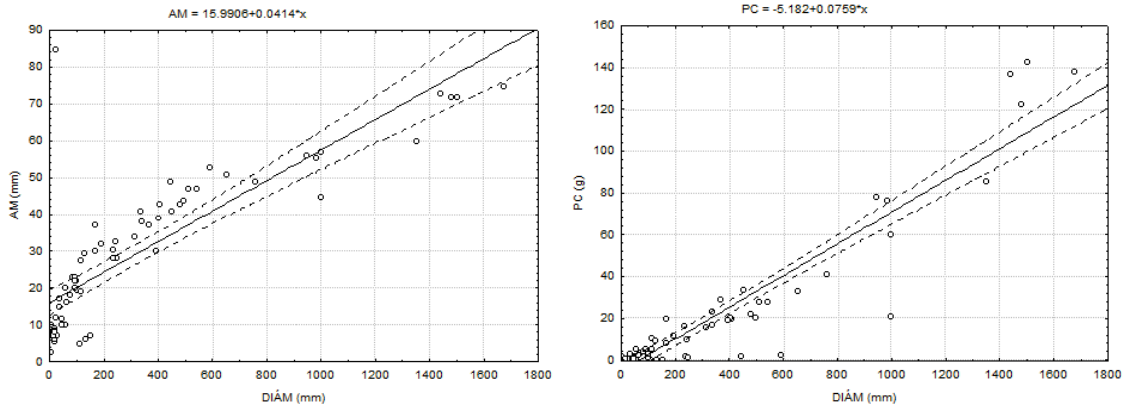


Figura 13. Regresiones lineales simples entre el ancho máximo (AM) y el peso de la concha (PC) como variables dependientes respectivamente, y el diámetro de la apertura (DIÁM) como variable independiente.

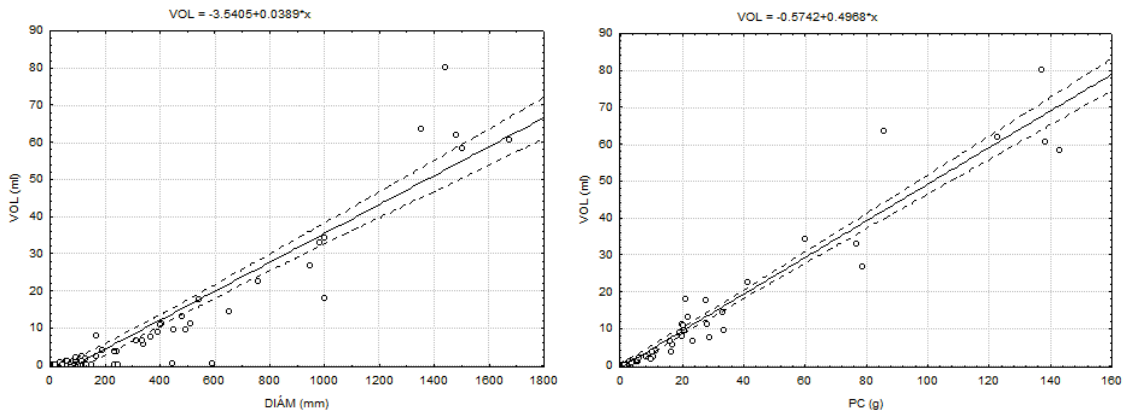


Figura 14. Regresiones lineales simples entre el volumen interno (VOL) como variable dependiente, y el diámetro de la apertura (DIÁM) y el peso de la concha (PC) como variables independientes.

Análisis de las variables morfológicas entre las especies de gasterópodos

De la misma forma que para las especies de cangrejos, se realizó la prueba de ANDEVA para las variables de las especies de conchas de gasterópodos ocupadas, y en todos los casos se mostró que existen diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las medias de una especie de gasterópodo y otra para cada variable (ver Tabla 6). Empleando la prueba de LSD, en la Tabla 6 se observa más de un grupo para cada variable morfológica. Así por ejemplo, para el caso de la altura (ALT) se formaron 15 grupos: el grupo homogéneo A lo compone la especie *Modulus modulus*, el grupo ABC lo integra la especie *Cerithidea pliculosa*, el grupo BD contiene a *Polinices duplicatus*, el grupo AC lo compone *Cerithium lutosum*, el grupo ABCD se integra por las especies *C. atratum*, *Nassarius vibex* y *Neritina virginea*, el grupo BCDE por la especie *Murex dilectus*, el grupo ABCDEF por *Cantharus mollis*, el grupo ABCDEFG por *Strombus alatus*, el grupo EFG por *Neritina reclinata*, el grupo FG por *Busycon contrarium*, el grupo DEFGH por *Coralliophila caribaea*, el grupo I por *Busycon spiratum plagosum*, el grupo GHI por *Fasciolaria lilium branhami*, el grupo HI por *Melongena melongena* y el grupo J por *M. corona bispinosa* y *Pleuroploca gigantea*. De la misma forma, las variables AM y ALE formaron 12 grupos, la variable DIÁM formó 10 grupos, y las variables PC y VOL formaron cinco grupos homogéneos.

Por otro lado, en la Tabla 6 también se identificó que las especies extremas fueron *Modulus modulus*, con los valores menores para ALT, AM, ALE, DIÁM, PC y VOL y *Pleuroploca gigantea*, que fue la especie más grande y con los valores mayores para todas las variables.

Tabla 6. Comparación de medias múltiples (LSD) por especie de concha de gasterópodo de la ANDEVA con grupos homogéneos para cada variable (ALT=altura; AM=ancho máximo; ALE=ancho del labio externo; DIÁM=diámetro de la apertura; PC=peso; VOL=volumen interno).

Especie de gasterópodo	n	ALT (mm)	AM (mm)	ALE (mm)	DIÁM (mm)	PC (g)	VOL (ml)
		F=20.80 gl (17,53) CME=190.046	F=7.35 gl (17,53) CME=169.7	F=3.77 gl (17,53) CME=0.1718	F=18.07 gl (17,53) CME=33777.7	F=17.82 gl (17,53) CME=228.14	F=24.90 gl (17,53) CME=44.73
<i>Busycon contrarium</i>	5	55.6 FG	30.8 BCDE	0.6 ABCDEF	236.3 ABCD	18.3 B	5.4 AB
<i>Busycon spiratum plagosum</i>	2	84 I	44 DEFG	0.2 AB	737.5 E	21.3 AB	15.6 B
<i>Cantharus mollis</i>	1	28 ABCDEF	15 ABCD	1 ABCDEFG	32 ABC	3.2 AB	0.7 AB
<i>Cerithidea pliculosa</i>	5	15.6 ABC	7.5 A	0.14 A	13.5 A	0.5 AB	0.06 A
<i>Cerithium atratum</i>	8	21.6 ABCD	18 AB	0.41 AB	74.3 AC	0.6 A	0.16 A
<i>Cerithium lutosum</i>	4	13.5 AC	6.2 A	0.5 ABCE	17.2 A	0.2 AB	0.04 A
<i>Coralliophila caribaea</i>	1	48 DEFGH	32 ABCDEF	1.5 FG	190 ABCD	11.3 AB	4.1 AB
<i>Fasciolaria lilium branhami</i>	5	62.2 GHI	29.4 BCDE	0.4 ABCE	279.1 BCD	14.7 AB	6.2 AB
<i>Melongena corona bispinosa</i>	1	158 J	60 FG	1.5 FG	1350 F	85.6 C	63.7 D
<i>Melongena melongena</i>	7	77.4 HI	62.3 G	1 DF	1191.2 F	94.2 C	42.6 C
<i>Modulus modulus</i>	3	6.3 A	7.6 A	0.2 AB	13.1 BC	0.2 AB	0.09 A
<i>Murex dilectus</i>	2	32 BCDE	15 ABC	2 G	27.7 ABC	3.4 AB	0.7 A
<i>Nassarius vibex</i>	1	11.5 ABCD	7 ABC	0.2 ABCD	4.5 ABC	0.2 AB	0.04 AB
<i>Neritina reclinata</i>	4	50.2 EFG	46.3 EFG	1 CDEF	463 DE	2 AB	0.3 A
<i>Neritina virginea</i>	4	17.7 ABCD	16.1 AB	0.6 ABCDEF	93.6 ABC	0.8 AB	0.1 A
<i>Pleuroploca gigantea</i>	1	177 J	73 G	1.4 EFG	1440 F	137 D	80.4 D
<i>Polinices duplicatus</i>	16	29.5 BD	33.6 CDEF	0.5 BCE	268.8 BD	14 B	5.7 AB
<i>Strombus alatus</i>	1	38 ABCDEFG	22 ABCDE	0.2 ABCD	90 ABCD	5.5 AB	2 AB

F=valor de Fisher, gl=grados de libertad, CME=cuadrado medio del error entre grupos; * $P \leq 0.05$
(Valores con la misma letra son estadísticamente similares con respecto al método LSD)

Análisis de las variables morfométricas de conchas de gasterópodos entre las lagunas

La prueba de ANDEVA se empleó para identificar diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en las variables morfométricas de las especies de gasterópodos entre las cuatro lagunas, lo que mostró que si existen diferencias, pero sólo para las variables AM, DIÁM, PC y VOL. Posteriormente, con la comparación de la prueba LSD se observó que para las variables AM y DIÁM se formaron tres grupos y para las variables PC y VOL se integraron solo dos grupos (ver Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de medias múltiples (LSD) por laguna de la ANDEVA con grupos homogéneos para cada variable (ALT=altura; AM=ancho máximo; ALE=ancho del labio externo; DIÁM=diámetro de la apertura; PC=peso; VOL=volumen interno).

Laguna	n	Alt (mm) F=0.54 gl (3,67) CME=1126	AM (mm) *F=4.56 gl (3,67) CME=374.1	ALE (mm) F=2.68 gl (3,67) CME=0.2683	DIÁM (mm) *F=4.10 gl (3,67) CME=153398	PC (g) *F=4.19 gl (3,67) CME=1020.46	VOL (ml) *F=3.35 gl (3,67) CME=276.49
Términos	21	33	21.6 A	0.7	200.3 A	11.5 A	5.9 A
Alvarado	6	42.1	38.8 AB	0.9	366 AB	1.8 A	0.3 A
Tamiahua	17	45.6	42.2 C	0.7	602.3 B	42.4 B	19.7 B
Madre	27	43.2	25 A	0.4	229.9 A	14.3 A	6.4 A

F=valor de Fisher, gl=grados de libertad, CME=cuadrado medio del error entre grupos; * $P \leq 0.05$
(Valores con la misma letra son estadísticamente similares con respecto al método LSD)

OCUPACIÓN DE CONCHAS DE GASTERÓPODOS POR CANGREJOS ERMITAÑOS ESTUARINOS

Ocupación de especies de conchas de gasterópodos

Los cangrejos de la especie *Clibanarius vittatus* recolectados en las cuatro lagunas ocuparon 11 especies de conchas de gasterópodos, *Petrochirus diogenes* y *Paguristes tortugae* ocuparon dos especies de conchas, mientras que *P. hummi* y *P. hernancortez*i ocuparon solo una especie de concha. En el grupo de los pagúridos, *Pagurus longicarpus* ocupó tres especies y las especies restantes, *P. annulipes*, *P. criniticornis*, *P. macLaughlinae* y *P. pollicaris*, ocuparon dos especies de conchas (ver Figura 15).

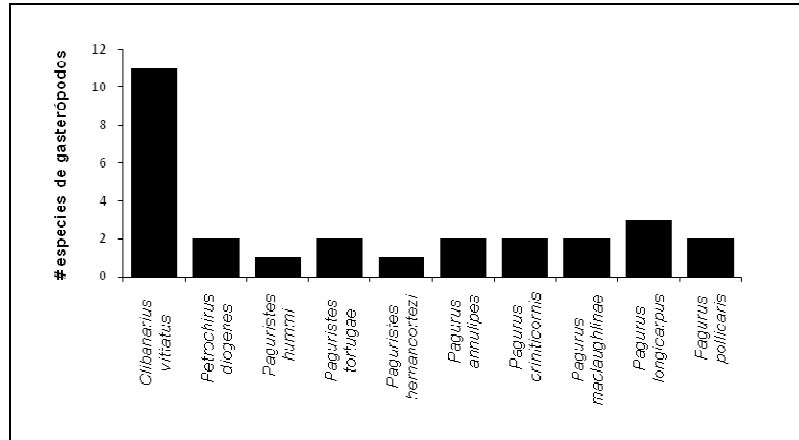


Figura 15. Ocupación de conchas de gasterópodos por especie de cangrejos ermitaños.

En la Laguna de Términos, *Clibanarius vitattus* ocupó conchas de seis especies de gasterópodos, *Petrochirus diogenes* ocupó una especie de concha, *Paguristes tortugae* ocupó dos especies de conchas, *P. hernancortez*i y *Pagurus annulipes* ocuparon una especie de concha cada una, *P. criniticornis* ocupó dos especies, *P. macLaughlinae* ocupó una especie y *P. longicarpus* ocupó dos especies de conchas (ver Figuras 16 y 17).

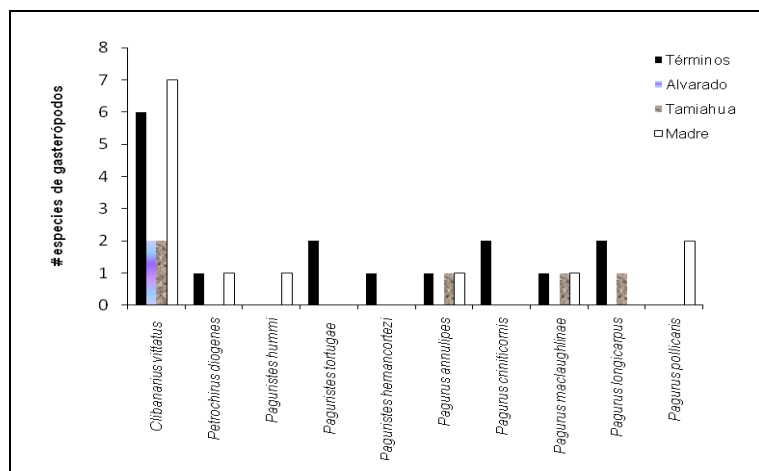


Figura 16. Ocupación de conchas por especie de cangrejo ermitaño en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre.

















Concha/Cangrejo	<i>Clibanarius vittatus</i>	<i>Petrochirus diogenes</i>	<i>Paguristes tortugae</i>	<i>Paguristes hernancortezii</i>	<i>Pagurus annulipes</i>	<i>Pagurus criniticornis</i>	<i>Pagurus maclaughlinae</i>	<i>Pagurus longicarpus</i>
<i>Busycon spiratum plagosum</i>								
<i>Cerithidea pliculosa</i>								
<i>Cerithium atratum</i>								
<i>Cerithium lutosum</i>								
<i>Coralliophila caribaea</i>								
<i>Melongena corona bispinosa</i>								
<i>Melongena melongena</i>								
<i>Modulus modulus</i>								
<i>Murex dilectus</i>								
<i>Neritina virginea</i>								
<i>Polinices duplicatus</i>								

Figura 17. Ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en la Laguna de Términos.

En la Laguna de Alvarado, *Clibanarius vittatus* ocupó conchas de dos especies de gasterópodos (ver Figuras 16 y 18). En la laguna de Tamiahua, *C. vittatus* ocupó dos especies de gasterópodos, mientras que *Pagurus annulipes*, *P. maclaughlinae* y *P. longicarpus* ocuparon solo una especie de concha (ver Figuras 16 y 19). En la Laguna Madre, *Clibanarius vittatus* ocupó el mayor número de especies de gasterópodos (siete especies), *Petrochirus diogenes*, *Paguristes hummi*, *Pagurus annulipes* y *P. maclaughlinae* ocuparon una especie de concha y *P. pollicaris* ocupó dos especies de conchas (ver Figuras 16 y 20).



Concha/Cangrejo	<i>Clibanarius vittatus</i>
<i>Neritina reclinata</i>	
<i>Neritina virginea</i>	

Figura 18. Ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en la Laguna de Alvarado.






Concha/Cangrejo	<i>Clibanarius vittatus</i>	<i>Pagurus annulipes</i>	<i>Pagurus maclaughlinae</i>	<i>Pagurus longicarpus</i>
<i>Cerithidea pliculosa</i>				
<i>Melongena melongena</i>				
<i>Polinices duplicatus</i>				

Figura 19. Ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en la Laguna de Tamiahua.













Concha/Cangrejo	<i>Clibanarius vittatus</i>	<i>Petrochirus diogenes</i>	<i>Paguristes hummi</i>	<i>Pagurus annulipes</i>	<i>Pagurus maclaughlinae</i>	<i>Pagurus pollicaris</i>
<i>Busycon contrarium</i>						
<i>Busycon spiratum plagosum</i>						
<i>Cantharus mollis</i>						
<i>Cerithidea pliculosa</i>						
<i>Cerithium atratum</i>						
<i>Fasciolaria lilium branhamae</i>						
<i>Modulus modulus</i>						
<i>Nassarius vibex</i>						
<i>Neritina virginea</i>						
<i>Pleuroploca gigantea</i>						
<i>Polinices duplicatus</i>						
<i>Strombus alatus</i>						

Figura 20. Ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en la Laguna Madre.

En la Figura 21 se muestra que la especie de concha que fue ocupada por un mayor número de especies de cangrejos ermitaños (cinco especies) fue *Cerithium atratum*, mientras que las especies *Modulus modulus* y *Polinices duplicatus* fueron ocupadas por tres especies de ermitaños cada una, y las especies *Cerithidea pliculosa* y *Murex dilectus* fueron ocupadas por dos especies de cangrejos cada una. Las especies restantes *Busycon contrarium*, *Busycon spiratum*, *Cantharus mollis*, *Cerithium lutosum*, *Coralliophila caribaea*, *Fasciolaria liliium*, *Melongena corona bispinosa*, *M. melongena*, *Nassarius vibex*, *Neritina reclivata*, *N. virginea*, *Pleuroploca gigantea* y *Strombus alatus* fueron ocupadas por sólo una especie de cangrejo ermitaño cada una.

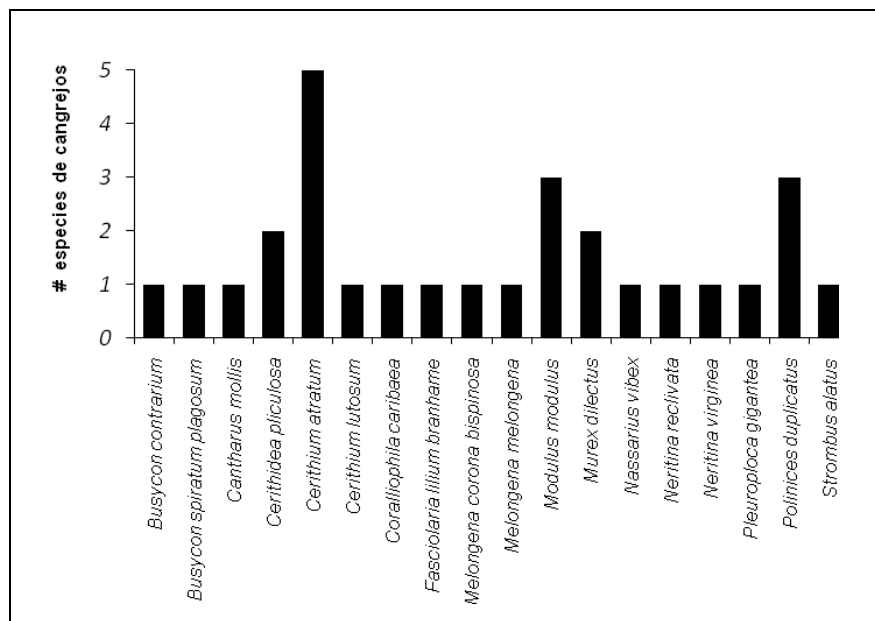


Figura 21. Número de especies de cangrejos que ocupan las conchas de gasterópodos en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre.

Relación entre las especies de cangrejos ermitaños y las especies de conchas de gasterópodos

El análisis de Chi-cuadrada para determinar la relación entre las especies de cangrejos ermitaños y las especies de conchas ocupadas se realizó para las lagunas de Términos, Tamiahua y Madre, ya que en la laguna de Alvarado no se contó con datos suficientes para realizar una comparación.

De esta forma, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Laguna Madre ($*X^2=121$) y la Laguna de Tamiahua ($*X^2=17.81$) se aceptó la hipótesis alterna (H_a) ($P \leq 0.05$) que estableció que existía una dependencia o relación entre todas las especies de gasterópodos ocupadas por los cangrejos ermitaños. En el caso de la Laguna de Términos, ($X^2=105.11$) se concluyó que no existió relación entre las especies de conchas y las especies de cangrejos.

Análisis de las variables morfométricas de las conchas de gasterópodos en relación a los sexos de cangrejos ermitaños

La prueba de ANDEVA que se aplicó para comparar las variables morfométricas de las conchas de gasterópodos ocupadas por los cangrejos ermitaños de acuerdo al sexo, mostró que no existen diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). No obstante, en la Figura 22 se observa que los ermitaños hembras tuvieron una tendencia a ocupar conchas con valores más grandes en el caso de las variables ALT, ALE, PC y VOL. En el caso de las variables AM y DIÁM los machos tuvieron el mayor intervalo de ocupación. Con lo anterior, se comprobó la hipótesis A que establecía que las hembras ocupan conchas con mayor volumen para proveer espacio y resguardo a los huevos, mientras que los machos ocupan conchas más anchas para permitirles un mayor crecimiento.

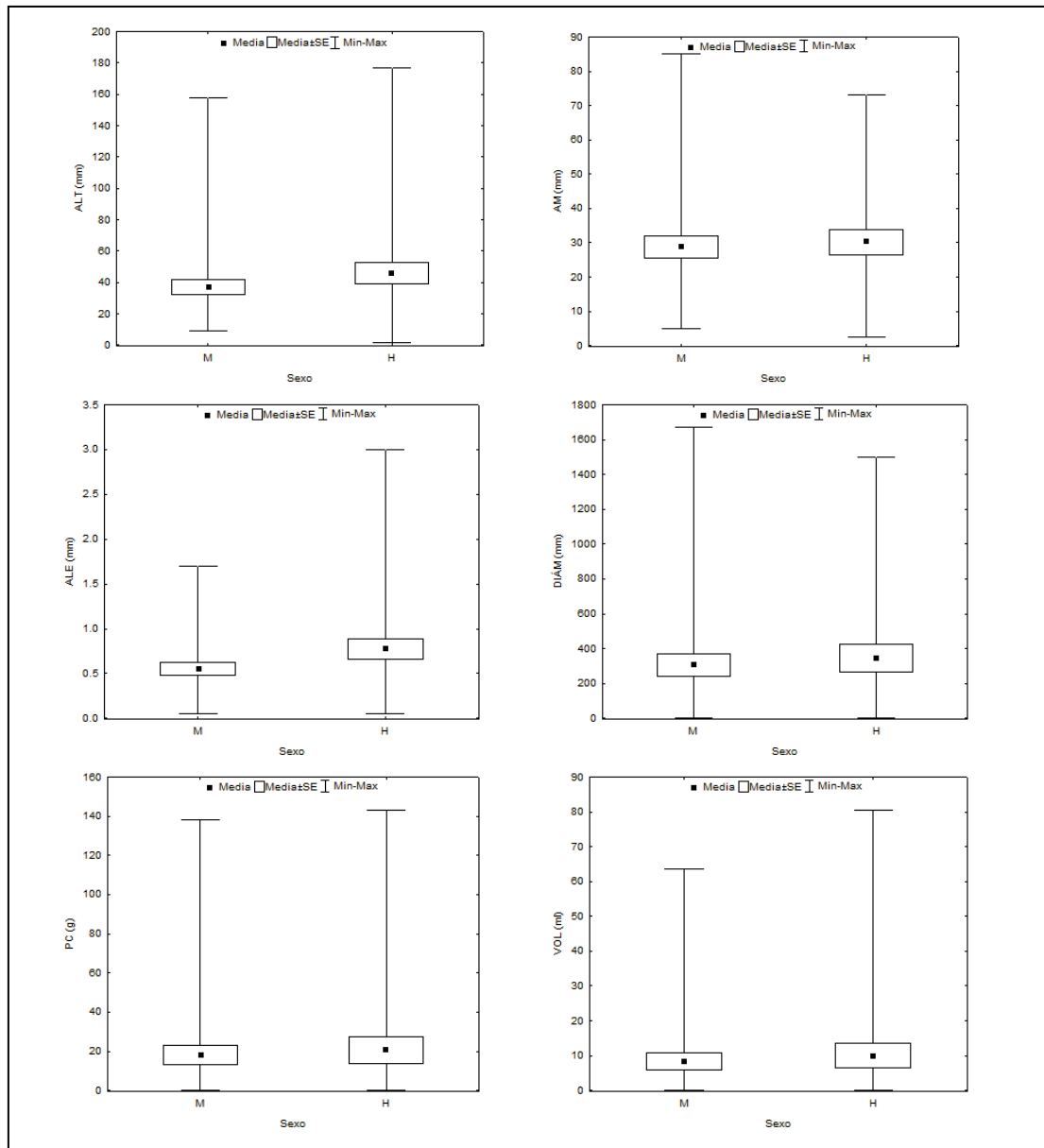










Figura 22. Comparación entre las variables morfométricas de las conchas que los cangrejos ermitaños machos (con 42 individuos) y hembras (con 30 individuos) ocuparon en las cuatro lagunas.

Ocupación en relación a la forma y ornamentación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños

Las 18 especies de gasterópodos identificadas se clasificaron en seis diferentes categorías de acuerdo con su morfología (ver Tabla 8). Según esta clasificación, las formas de conchas más frecuentemente ocupadas por especies de cangrejos ermitaños fueron las de forma triangular con un 28 % de las especies de gasterópodos identificadas en las cuatro lagunas. Las conchas de formas turriformes, cónicas y globosas obtuvieron un 17 % de frecuencia cada una, y las piriformes y fusiformes un 11 % cada una (ver Figura 23).

Tabla 8. Clasificación morfométrica de conchas de gasterópodos (no.=abundancia de las 71 conchas colectadas e identificadas).

especie	no.	forma	especie	no.	forma
<i>Busycon contrarium</i>	5	PIRIFORME	<i>Fasciolaria lilium branhami</i>	5	FUSIFORME
<i>Busycon spiratum plagosum</i>	2		<i>Pleuroploca gigantea</i>	1	
			<i>Cantharus mollis</i>	1	
<i>Coralliophila caribaea</i>	1	TRIANGULAR	<i>Modulus modulus</i>	3	CÓNICA
<i>Melongena corona bispinosa</i>	1		<i>Nassarius vibex</i>	1	
<i>Melongena melongena</i>	7				
<i>Strombus alatus</i>	1				
<i>Murex dilectus</i>	2				
<i>Cerithidea pliculosa</i>	5	TURRIFORME	<i>Neritina reclinata</i>	4	GLOBOSA
<i>Cerithium atratum</i>	8		<i>Neritina virginea</i>	4	
<i>Cerithium lutosum</i>	4		<i>Polinices duplicatus</i>	16	

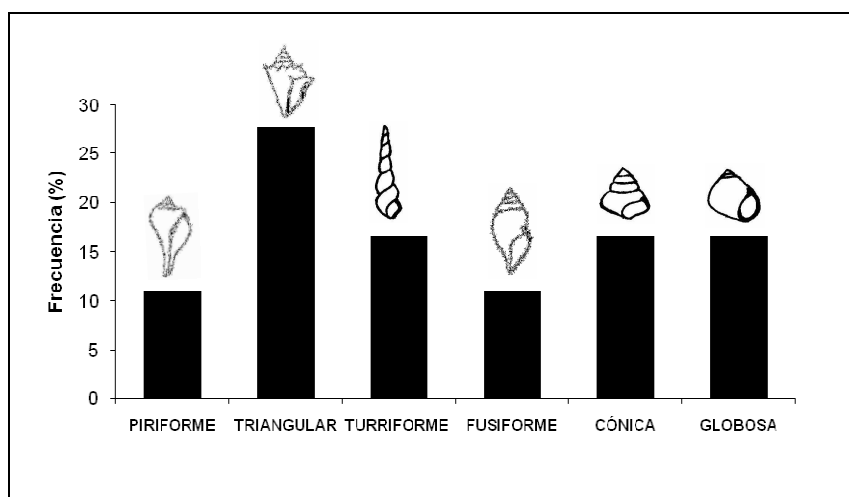


Figura 23. Frecuencia en porcentaje (%) de las diferentes formas de conchas de gasterópodos ocupadas por cangrejos ermitaños.

Por otro lado, se observaron diferencias en la ocupación de los distintos tipos de conchas por los cangrejos ermitaños según el sexo de los mismos. Tanto machos como hembras ocuparon un total de 14 especies diferentes de gasterópodos, sin embargo, los machos registraron el mayor porcentaje de ocupación de 36 % para las conchas de tipo triangular, mientras que el menor porcentaje de 7 % lo obtuvieron las conchas de formas piriforme, fusiforme y cónica. Para el caso de las hembras, las conchas de tipo turriforme y cónica presentaron el mayor porcentaje de ocupación de 21 %, mientras que el resto de las conchas de tipos piriforme, triangular, fusiforme y globosa obtuvieron un 14 % de ocupación respectivamente (ver Figura 24).

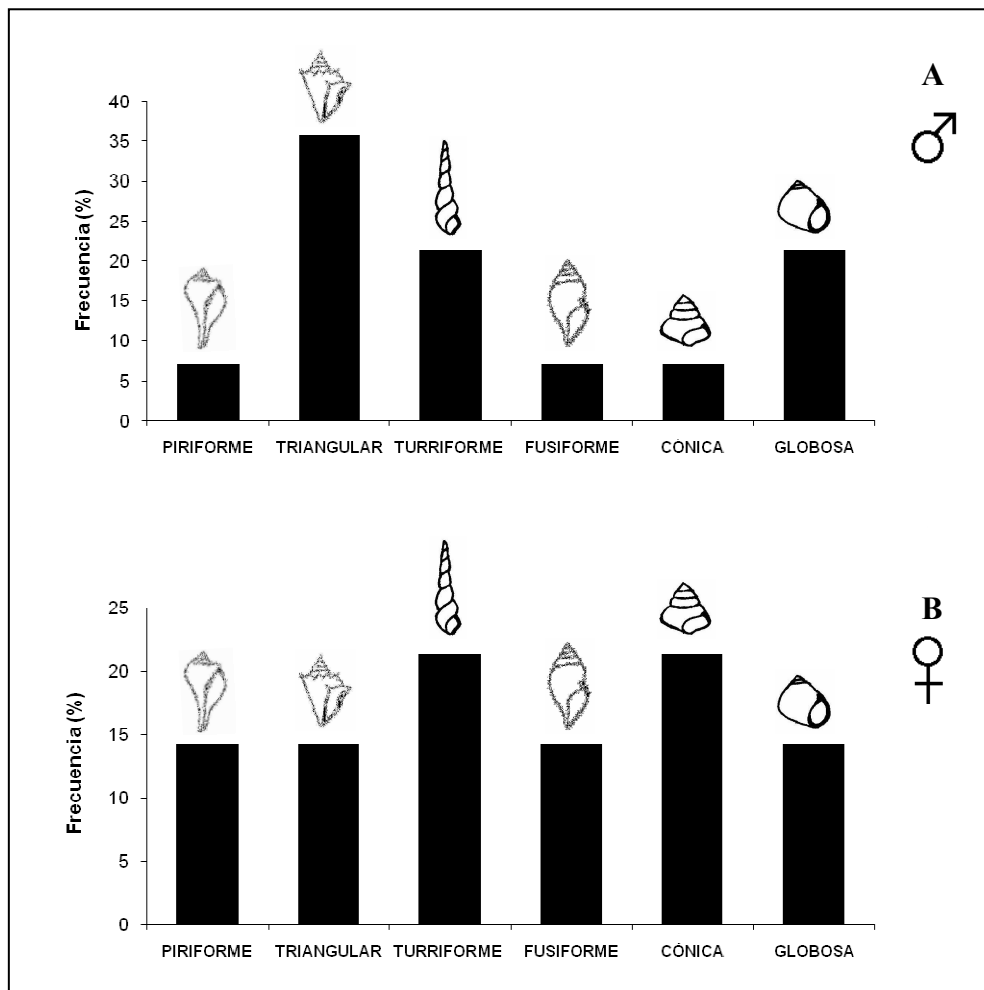








Figura 24. Ocupación en porcentaje (%) de las seis diferentes formas de conchas de gasterópodos de acuerdo al sexo de los cangrejos ermitaños (A, machos y B, hembras).

Las especies de gasterópodos también fueron agrupadas en una clasificación arbitraria en función de la ornamentación externa más evidente (ver Tabla 9). De acuerdo a lo anterior, las conchas con mayor porcentaje de ocupación fueron las que presentaban una ornamentación lisa con 22 %, seguidas de las conchas con costillas axiales y con várices con un 17 %. Las conchas con espinas, lisas con espinas, con líneas en espiral y con cordones gruesos representaron un 11 % cada una (ver Figura 25).

Tabla 9. Clasificación de conchas de gasterópodos según su ornamentación (no.=abundancia de las 71 conchas colectadas e identificadas).

especie	no.	ornamentación	especie	no.	ornamentación
<i>Fasciolaria lilium branhamae</i>	5	LISA	<i>Coralliophila caribaea</i>	1	COSTILLAS AXIALES
<i>Neritina reclinata</i>	4		<i>Modulus modulus</i>	3	
<i>Neritina virginea</i>	4		<i>Nassarius vibex</i>	1	
<i>Polinices duplicatus</i>	16				
<i>Murex dilectus</i>	2	ESPINAS	<i>Cerithidea pliculosa</i>	5	VÁRICES
<i>Strombus alatus</i>	1		<i>Cerithium atratum</i>	8	
			<i>Cerithium lutosum</i>	4	
<i>Melongena corona bispinosa</i>	1	LISA-ESPINAS	<i>Cantharus mollis</i>	1	CORDONES GRUESOS
<i>Melongena melongena</i>	7		<i>Pleuroploca gigantea</i>	1	
<i>Busycon contrarium</i>	5	LÍNEAS ESPIRALES			
<i>Busycon spiratum plagosum</i>	2				

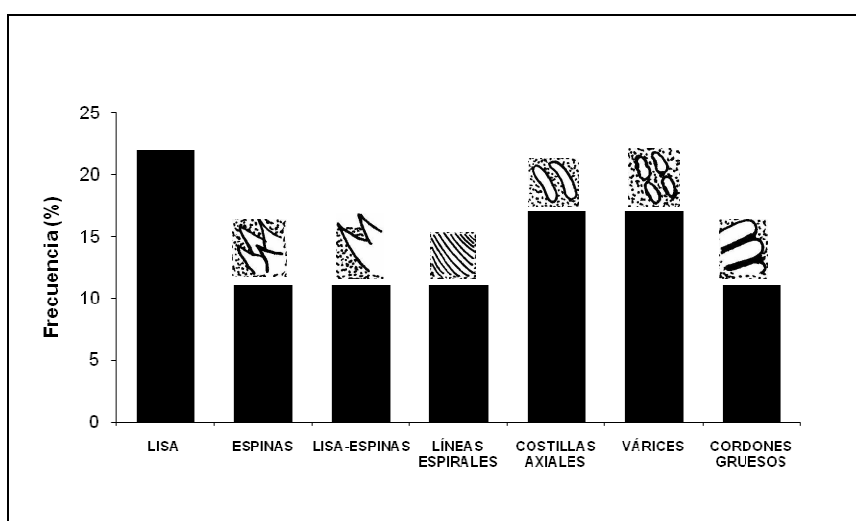


Figura 25. Frecuencia en porcentaje (%) de ocupación de las conchas de gasterópodos agrupadas en siete tipos diferentes de ornamentación.

La frecuencia de ocupación de la ornamentación de las conchas también fue analizada de acuerdo a los sexos de los cangrejos. Así, en la Figura 26 se observa que los machos registraron el mayor porcentaje de ocupación (21 %) tanto para las conchas lisas como para las conchas con vârices, mientras que las lisas-espinas y aquellas con cordones gruesos tuvieron el menor porcentaje de ocupación (7 %). Por otro lado, las hembras presentaron diferencias y las conchas que ocuparon con mayor frecuencia (29 %) fueron las lisas, en tanto que las conchas con espinas, con líneas espirales y con cordones gruesos tuvieron el menor porcentaje de 7 %.

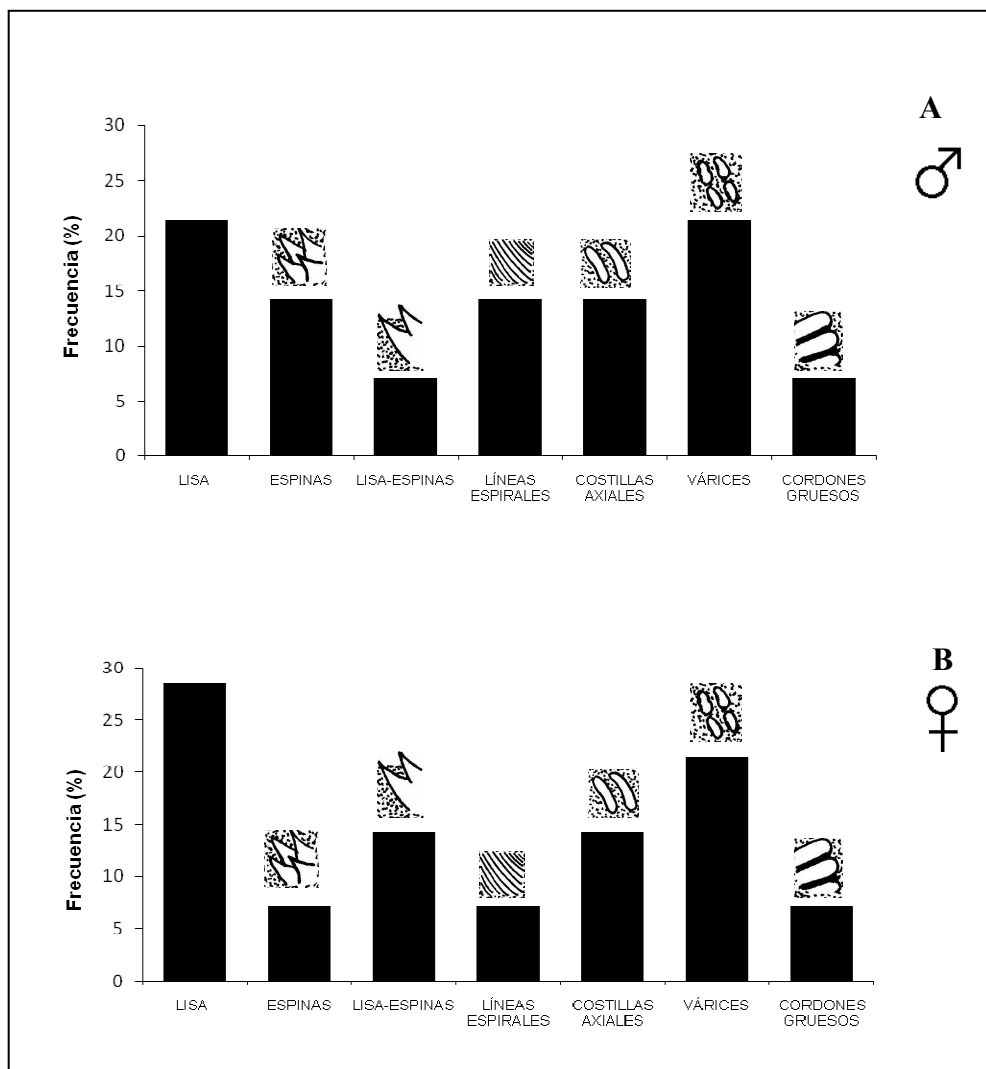


Figura 26. Ocupación en porcentaje (%) de las siete decoraciones de conchas de gasterópodos de acuerdo al sexo de los cangrejos ermitaños (A, machos y B, hembras).

Relaciones entre las variables morfométricas de cangrejos ermitaños y de conchas de gasterópodos

Para determinar la relación entre las variables morfométricas de las especies de cangrejos ermitaños y las variables de las conchas de gasterópodos, se obtuvieron las ecuaciones de regresión lineal simple del tipo $y = \beta_0 + \beta_1 x$, donde y representó las tallas de los cangrejos ermitaños (AE, LE y PH) y x representó las tallas de las conchas (ALT, AM, ALE, DIÁM, PC y VOL).

Las relaciones que tuvieron coeficientes de correlación significativos fueron ALT-LE, AM-LE, DIÁM-LE, PC-LE, VOL-LE, ALT-AE, DIÁM-AE y VOL-AE (ver Tabla 10) para la talla de los cangrejos. Entre éstas, la que tuvo el valor más alto de coeficiente de correlación (0.90) para la variable LE fue DIÁM-LE, así como el mayor coeficiente de determinación (81 %) que explica el modelo de regresión obtenido (ver Tabla 10 y Figura 28). Para la variable AE, la relación con los valores de coeficiente de correlación y determinación más significativos fue DIÁM-AE (ver Tabla 10 y Figura 30). Estas relaciones comprobaron la hipótesis B establecida, en la que la talla de los cangrejos se relaciona con la talla de las conchas ocupadas, donde el diámetro de la apertura de la concha es la variable que mejor demuestra dicha relación.

Por otro lado, las relaciones ALT-LE, AM-LE, PC-LE, VOL-LE, ALT-AE y VOL-AE resultaron con valores menores de coeficiente de correlación y menos del 80 % del coeficiente de determinación explicaron los modelos de regresión lineal simple. Por otro lado, las mejores relaciones para el peso húmedo fueron DIÁM-PH, PC-PH y VOL-PH, que obtuvieron valores altos de correlación (ver Tabla 10). Las relaciones entre PH-DIÁM y PH-PC reflejaron valores de correlación menores a 0.85 (ver Tabla 10 y Figura 31), por lo que la relación más significativa se estableció entre el peso húmedo del cangrejo (PH) y el volumen interno de la concha (VOL), donde el coeficiente de determinación explicó con un 83 % el modelo de regresión lineal correspondiente (ver Figura 32).

Todas las pruebas de ANDEVA ($P \leq 0.05$) realizadas para cada relación entre las variables de conchas y cangrejos mostraron una dependencia lineal de la variable respuesta y respecto a la x , por lo que se estableció que los modelos de regresión obtenidos para todas las ecuaciones en la Tabla 10 son significativos, y por lo tanto válidos.

Tabla 10. Ecuaciones de regresión lineal simple que resultaron significativas (con $r \geq 0.80$) entre las tallas de cangrejos ermitaños y las tallas de las conchas de gasterópodos que ocuparon (LE=longitud del escudo; AE=ancho de escudo; PH=peso húmedo del ermitaño; ALT= altura de la concha; AM=ancho máximo; DIÁM=diámetro de la abertura; PC=peso de la concha; VOL=volumen interno).

Relaciones	Ecuación	R ² (%)	r	EE	*F
ALT x LE	LE=1.3586 + 0.1142*ALT	74.31	0.8620	2.23229	202.51
AM x LE	LE=0.8756 + 0.1751*AM	68.48	0.8275	2.4728	152.07
DIÁM x LE	LE= 2.9504 + 0.0095*DIÁM	81.85	0.9047	1.87655	315.62
PC x LE	LE=3.8973 + 0.11*PC	72.61	0.8521	2.30497	185.59
VOL x LE	LE=4.0168 + 0.2223*VOL	77.81	0.8821	2.0749	245.41
ALT x AE	AE= 0.7095 + 0.1071*ALT	74.58	0.8636	2.08039	205.39
DIÁM x AE	AE=2.5725+0.0077*DIÁM	76.80	0.8763	1.98772	231.67
VOL x AE	AE=3.2395 + 0.2047*VOL	75.15	0.8669	2.05684	211.74
DIÁM x PH	PH=-0.5315 + 0.0116*DIÁM	70.92	0.8421	3.09377	170.70
PC x PH	PH=0.4566+0.1418*PC	71.11	0.8433	3.08333	172.33
VOL x PH	PH=0.4918 + 0.3*VOL	83.50	0.9138	2.33011	354.33

r =coeficiente de correlación de Pearson; R²=coeficiente de determinación en %; EE=error estándar; F=valor de Fisher; *P≤0.05

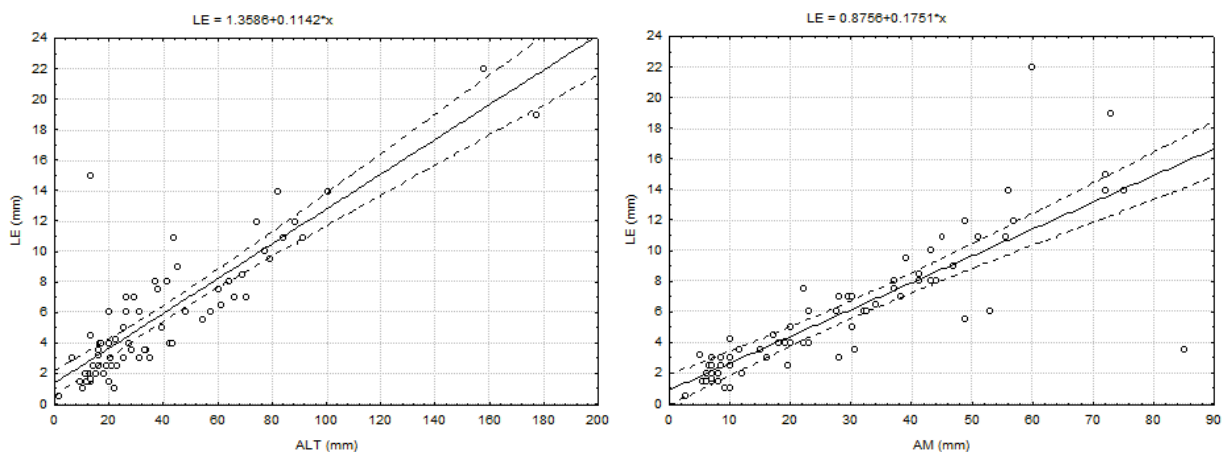


Figura 27. Regresiones lineales simples entre la longitud del escudo del cangrejo (LE) como variable dependiente y la altura (ALT) y el ancho máximo de la concha (AM) como variables independientes.

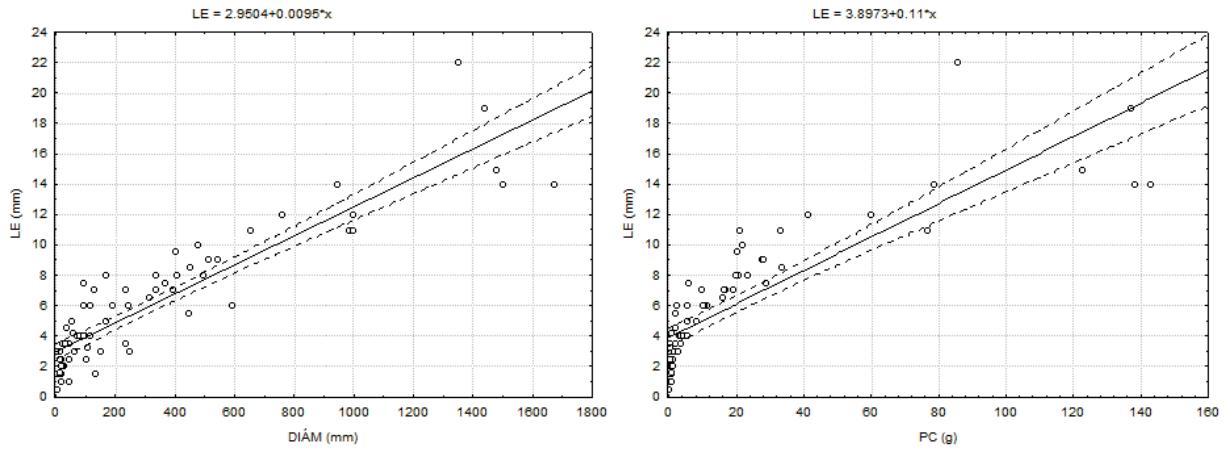


Figura 28. Regresiones lineales simples entre la longitud del escudo del cangrejo (LE) como variable dependiente y el diámetro de la apertura (DIÁM) y el peso de la concha (PC) como variables independientes.

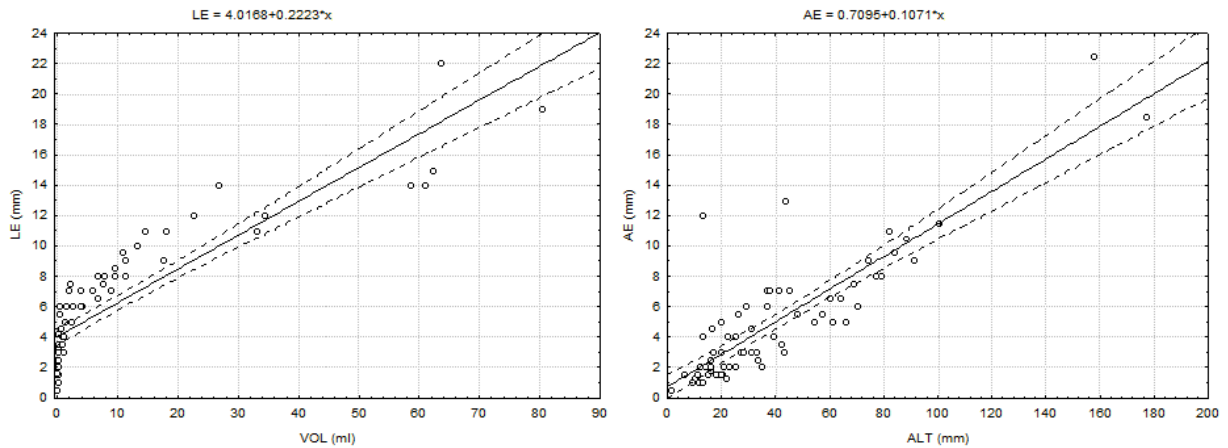


Figura 29. Regresiones lineales simples entre la longitud del escudo (LE) y ancho del escudo del cangrejo (AE) como variables dependientes y el volumen interno (VOL) y la altura de la concha (ALT) como variables independientes.

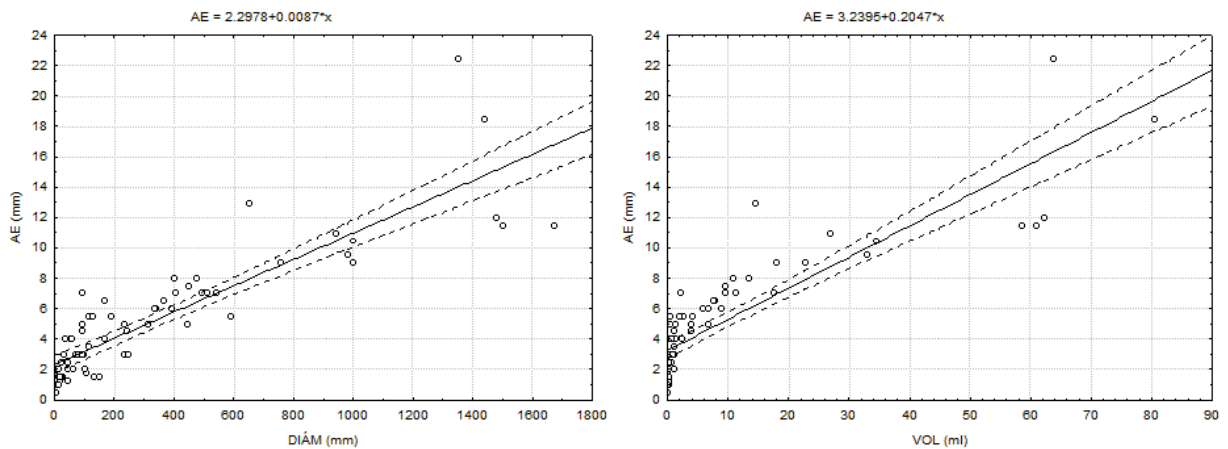


Figura 30. Regresiones lineales simples entre el ancho del escudo del cangrejo (AE) como variable dependiente y el diámetro de la apertura (DIÁM) y el volumen interno de la concha (VOL) como variables independientes.

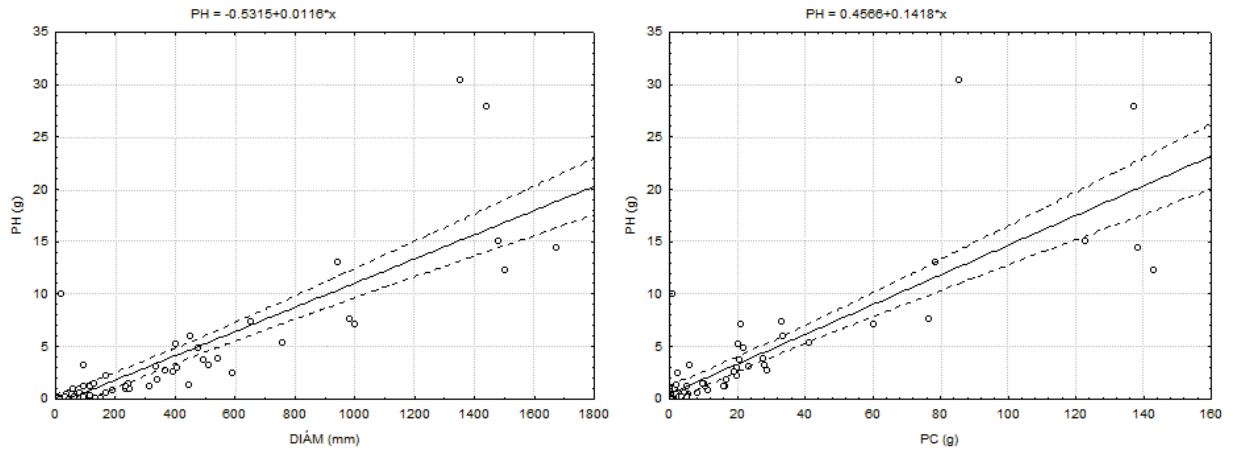


Figura 31. Regresiones lineales simples entre la longitud el peso húmedo del cangrejo (PH) como variable dependiente y el diámetro de la apertura (DIÁM) y el peso de la concha (PC) como variables independientes.

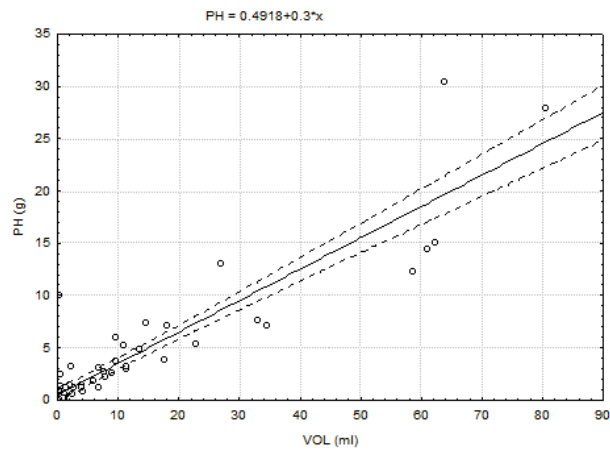


Figura 32. Regresión lineal simple entre el peso húmedo del cangrejo (PH) como variable dependiente y el volumen interno de la concha (VOL) como variable independiente.

DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y NUMÉRICA

Los registros de la presencia de las especies identificadas en este trabajo concuerdan con la información descrita sobre cangrejos ermitaños estuarinos distribuidos en el suroeste del Golfo de México en años anteriores (Raz-Guzman y Sánchez, 1998; Raz-Guzman *et al.*, 2004). *Clibanarius vittatus* fue la especie dominante en el área de estudio, y su presencia en las cuatro lagunas se ha atribuido al hecho de que es fisiológicamente tolerante a un amplio gradiente de salinidad y temperatura, y se encuentra en una gran variedad de ambientes que incluyen la franja intermareal de los sistemas estuarinos donde es resistente a la desecación (Raz-Guzman *et al.*, 2004). Young (1976), por ejemplo, estudió en Carolina del Norte la tolerancia a la desecación de tres especies de cangrejos ermitaños estuarinos y determinó que *C. vittatus* era más tolerante a la pérdida de agua que *Pagurus longicarpus* y *P. pollicaris*, especies raras en el ambiente estuarino. Asimismo, Sant'Anna *et al.* (2006) mencionaron que la amplia distribución geográfica de *Clibanarius vittatus* se explica por su alta tolerancia a condiciones ambientales desfavorables y por el uso eficiente de conchas para protegerse.

Con excepción de *C. vittatus* y *P. diogenes*, las especies de cangrejos ermitaños estudiadas aquí se observaron en hábitats con pastos marinos. Esto puede ser explicado debido a que en dichos hábitats existe mayor disponibilidad de alimento y menor tasa de mortalidad, por la protección que ofrece la vegetación ante la depredación (Tunberg *et al.*, 1994; Raz-Guzman y Sánchez, 1998). *C. libanarius vittatus*, por otro lado, fue capturado en áreas con sustratos finos sin vegetación y con raíces de *Rhizophora mangle*. Su distribución en hábitats de sustratos suaves, como llanuras lodosas, fue registrada con anterioridad por Williams (1984), mientras que Turra y Denadai (2002) estudiaron varias especies del género *Clibanarius*, incluyendo a *C. vittatus*, que mostraron comportamientos de uso y selección de sustratos arenosos, lodosos y rocosos. Dichos autores señalaron que al habitar en áreas de sustratos suaves y lodosos, estos cangrejos pueden enterrarse fácilmente en respuesta al estrés por desecación o por bajas temperaturas. Esta información ayuda a explicar la presencia de *C. vittatus* en hábitats de sustratos finos y reitera la tolerancia fisiológica que posee ante factores ambientales.

Cabe destacar la presencia de *Petrochirus diogenes* en la Laguna de Términos, ya que es una especie con una fuerte afinidad por el ambiente marino (Raz-Guzman *et al.*, 2004), y por lo cual los especímenes se colectaron solo en zonas de salinidad alta. La presencia de esta especie puede deberse a migraciones temporales. Turra *et al.* (2002) observaron que *P. diogenes* presentó comportamientos de migraciones verticales, evitando aguas cálidas y someras cuando la temperatura era muy alta durante los meses más cálidos, pero gobernando en dichos ambientes cuando la temperatura era óptima para la reproducción. Así, la presencia de *P. diogenes* en la Laguna de Términos puede ser el resultado de los desplazamientos que puede llegar a presentar durante periodos cuando la temperatura no es un factor estresante y dentro de los intervalos de salinidad adecuados para su sobrevivencia.

El número de especies de cangrejos ermitaños varió de ocho en la Laguna de Términos a sólo una en la Laguna de Alvarado. De acuerdo con Raz-Guzman y Sánchez (1998), el gradiente latitudinal explica solamente la distribución de *Pagurus pollicaris* y *Paguristes hummi*, que son dos especies templadas, por lo que el diferente número de especies presentes en las cuatro lagunas se relaciona principalmente con el régimen halino y con el valor relativo de los diferentes hábitats, entre los que destaca la vegetación acuática sumergida. En el caso de la Laguna de

Términos, el mayor número de especies de cangrejos ermitaños coincide con la información registrada para otros grupos taxonómicos como cangrejos braquiuros, moluscos y peces en el área (García-Cubas, 1981; Vargas *et al.*, 1981; Aguirre-León *et al.*, 1982; Román-Conteras, 1986; Reguero y García-Cubas, 1989, 1991; Reséndez y Kobelkowski, 1991; Sánchez *et al.*, 1996). Así, el mayor número de macrocrustáceos en la Laguna de Términos se ha relacionado a la heterogeneidad ambiental dada por el amplio gradiente de salinidad y por la heterogeneidad y complejidad físicas provistas por la vegetación acuática sumergida (Raz-Guzman y Sánchez, 1998).

Por otro lado, Mantelatto y Garcia (2000) señalaron que la diversidad de especies de cangrejos ermitaños en una localidad específica está relacionada no sólo con la distribución latitudinal, sino también con el suplemento de conchas de gasterópodos disponibles y con las otras especies de cangrejos ermitaños que compiten por dichas conchas. Además, existe evidencia de que una limitación de conchas reduce el número de cangrejos ermitaños que un ambiente puede sostener (Hazlett, 1970). Por ejemplo, Mitchell (1975) observó en Beaufont, Carolina del Norte, que las conchas que ocupaban *Pagurus longicarpus* y *Clibanarius vittatus* eran un factor limitante en esa área, además de que representaban un recurso particionado, lo cual explicaba la coexistencia de las dos especies. Además, el tipo de conchas presentes puede actuar como un factor limitante determinando la talla y las especies de cangrejos ermitaños que están presentes en el área. Así, la presencia de las especies de cangrejos ermitaños estuarinos en las cuatro lagunas estudiadas se puede relacionar tanto con factores físicos, como con la disponibilidad de los diferentes tipos de conchas de gasterópodos en cada área.

Con respecto a las especies de gasterópodos que se registraron en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre, éstas coinciden con la información de moluscos gasterópodos publicada por García-Cubas (1981), Reguero y García-Cubas (1989), Portilla (1989) y Reguero (2002). Cabe destacar que la especie más abundante fue *Polinices duplicatus*, lo que puede explicarse debido a su amplia distribución en hábitats desde zonas litorales, bahías y lagunas, hasta aguas marinas profundas (García-Cubas, 1981). Así mismo, la mayor abundancia de *P. duplicatus* en las lagunas de Tamiahua y Madre puede relacionarse al hábitat, ya que la vegetación acuática sumergida y la vegetación circundante en ambas lagunas proveen no sólo de protección a los organismos, sino además pueden proporcionar el alimento a esta especie que es activa depredadora de bivalvos y otros gasterópodos.

En la Laguna de Alvarado sólo se registró a las especies *Neritina virginea* y *N. reclinata*, siendo esta última la más frecuente. Esto concuerda con lo registrado por Reguero y García-Cubas (1989) donde *N. reclinata* es una de las especies que destaca por su gran abundancia y amplia distribución en esta laguna. Por otro lado, con excepción de *Melongena melongena*, en la Laguna de Tamiahua se registraron especies de gasterópodos que también se observaron en la Laguna Madre. Lo anterior puede explicarse debido a que estas dos lagunas mantienen hábitats con el pasto *Halodule wrightii* y una falta relativa de agua dulce (Reguero, 2002), y esta similitud de condiciones ambientales determina que se encuentren especies similares en ambas lagunas. Por otro lado, de acuerdo con Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia (1980), entre los moluscos gasterópodos más comunes en la Laguna de Términos se encuentra el género *Cerithium*, lo que concuerda con la especie *Cerithium atratum* que fue colectada con una alta frecuencia en dicha laguna.

De acuerdo con las claves taxonómicas y la información consultada en García-Cubas (1981), García-Cubas *et al.* (1994) y Felder y Camp (2009), la mayoría de las especies de gasterópodos identificadas se distribuyen en pastos marinos, en sustratos suaves o en ambos. La información anterior puede relacionarse con la ocupación de los cangrejos ermitaños, ya que es posible que estos crustáceos ocupen las conchas que encuentran disponibles en su hábitat, o bien busquen otras que se adapten a las exigencias de su crecimiento en ambientes cercanos.

Las riquezas más altas de especies de gasterópodos se registraron para la Laguna Madre y la Laguna de Términos, con 12 y 11 especies respectivamente. La riqueza de gasterópodos en la Laguna Madre puede explicarse debido a que es un sistema de alta productividad, lo cual sostiene de manera continua a las pesquerías de ciertas especies de moluscos, peces, camarones y otros crustáceos (Ocaña-Luna *et al.*, 2009). Por ejemplo, en el caso de los camarones, Cid (2008) reportó una mayor densidad en la Laguna Madre en comparación con la Laguna de Tamiahua, debido a su gran extensión y al número considerable de hábitats ideales para el reclutamiento de las fases juveniles y subadultas de estos crustáceos. De esta forma, la riqueza de gasterópodos registrada en Laguna Madre puede atribuirse a que las comunidades faunísticas son ricas por la presencia de sustratos cubiertos por vegetación acuática sumergida, que favorece el reclutamiento de densidades elevadas de varios grupos de invertebrados y peces (Barba, 1999). Igualmente, la riqueza de especies de gasterópodos en la Laguna de Términos se encuentra estrechamente relacionada con la heterogeneidad ambiental y la vegetación acuática sumergida que proveen zonas de alimento, refugio y reproducción para los gasterópodos.

TALLAS Y RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LOS CANGREJOS ERMITAÑOS

Relaciones entre las variables morfométricas de cangrejos ermitaños

Las ecuaciones de regresión lineal simple, para establecer las relaciones entre la talla y el peso de los especímenes de cangrejos ermitaños, mostraron correlaciones positivas tanto de AE como de LE, entre el peso del cangrejo. Ya que el peso es un parámetro influido por factores biológicos y ecológicos (Gómez *et al.*, 2009), el ancho y la longitud del escudo parecen tener un valor importante para la determinación del tamaño de las especies, de acuerdo a las relaciones de regresión resultantes. El mejor parámetro para la predicción del tamaño en función del peso de los cangrejos ermitaños colectados en este estudio resultó ser el ancho del escudo (ver Tabla 3), ya que la ecuación obtenida explicó con mayor porcentaje la variabilidad de AE con respecto al peso húmedo (ver Figura 8).

Análisis de las variables morfométricas entre las especies de cangrejos ermitaños y entre las lagunas

La talla y el peso de las especies de cangrejos ermitaños se analizaron mediante la prueba de ANDEVA, donde se observaron diferencias tanto para las especies como para las lagunas. Ocho especies (*Paguristes hummi*, *P. tortugae*, *P. hernancortezii*, *Pagurus annulipes*, *P. criniticornis*, *P. maclaughlinae*, *P. longicarpus* y *P. pollicaris*) presentaron pesos y tallas chicas al formar grupos homogéneos con la prueba de comparaciones múltiples (ver Tabla 4). Lo anterior fue similar a los valores de tallas registrados en las claves taxonómicas consultadas. No obstante, es importante señalar que en todos los casos las diferencias en las tallas promedio registradas, en relación a los valores citados en la literatura, son el resultado de las condiciones climáticas locales.

Así, los valores citados para el LE son, para *Paguristes hummi* de 3 mm (Williams, 1984) a 5 mm (Provenzano, 1959), para *P. tortugae* de 6 mm (Williams, 1984) a 8.5 mm (Provenzano, 1959), para *P. hernancortezii* de 2.4 mm (MacLaughlin y Provenzano, 1974), para *Pagurus annulipes* de 2.4 mm (Williams, 1984) a 4.4 mm (Provenzano, 1959), para *P. criniticornis* de 2 mm (Lemaitre *et al.*, 1982), para *P. macLaughlinae* de 2.4 mm (Lemaitre *et al.*, 1982), para *P. longicarpus* de 5.8 mm (Williams, 1984) a 10.5 mm (Provenzano, 1959) y para *P. pollicaris* de 16.2 mm (Williams, 1984) a 20.5 mm (Provenzano, 1959). En el presente estudio, las especies anteriormente señaladas registraron tallas chicas en general, mientras que *Clibanarius vittatus* presentó tallas y pesos medianos, lo que se corroboró bibliográficamente con los valores citados de 16.1 mm (Williams, 1984) a 22.5 mm (Provenzano, 1959) de LE. En contraste, *Petrochirus diogenes* fue la especie más grande, con talla y peso superiores a las otras especies, y de acuerdo con la literatura, con un valor promedio de 28 mm (Williams, 1984) de LE.

Con respecto a las lagunas, las diferencias de talla y peso de las especies de cangrejos también fueron corroboradas, ya que las lagunas de Términos y Madre fueron las que registraron los intervalos de valores más amplios, mismos que fueron influenciados por la presencia de la especie más grande de ermitaño, *P. diogenes*.

Distribución de tallas entre sexos de cangrejos ermitaños en las lagunas

Turra y Leite (2000) señalaron que, en general, en la distribución de tamaños en las poblaciones de pagúridos, los cangrejos ermitaños machos son más grandes que las hembras, un hecho que permite la distribución de los machos en las clases de tallas más grandes. No obstante lo anterior, el estudio realizado por Rodrigues *et al.* (2000) en Bermuda con el cangrejo ermitaño *Calcinus verrilli*, mostró un dimorfismo sexual con las hembras más grandes que los machos.

Diferentes distribuciones de tallas fueron encontradas en las lagunas de Términos, Tamiahua y Madre para los cangrejos ermitaños machos y hembras, lo que reflejó las diferencias intraespecíficas entre sexos, así como interespecíficas en la talla de los ermitaños de cada laguna. La distribución de tallas en las lagunas de Términos y Tamiahua mostró la tendencia de los machos hacia los intervalos de clase de tallas más grandes que las hembras. En el caso de la Laguna Madre (ver Figura 12), la especie más grande, *Petrochirus diogenes*, fue hembra. No obstante, es posible que de haberse capturado un macho de *P. diogenes*, éste presentara una talla comparativamente mayor que la de la hembra, como se indica en la descripción taxonómica para dicha especie (Williams, 1984), lo cual permitiría observar la misma tendencia que en las otras lagunas de machos con tallas más grandes. Por ejemplo, Turra *et al.* (2002) registraron un patrón estándar de *P. diogenes* con hembras más chicas y machos más grandes, en Itapocoroy, Penha y Santa Catarina, Brasil.

De acuerdo con Abrams (1988), el dimorfismo sexual exhibido en la talla de los cangrejos ermitaños puede ser explicado por la competencia intraespecífica y el reparto de la energía metabólica. Por ejemplo, en el caso de las hembras, la energía es invertida en la producción y protección de los huevos que son cargados por el cuerpo frecuentemente por largos periodos de tiempo. Lancaster (1988) señaló que *Pagurus bernhardus* presenta un período de gestación de 36 a 51 días dependiendo de la temperatura del agua. En cambio, los machos no tienen que producir huevos y pueden por el contrario dedicar más energía al crecimiento. Por otra parte, Contreras-Garduño *et al.* (2007) señalaron que el tamaño de los cangrejos machos grandes usualmente les concede acceso a las hembras debido a que éstos son más exitosos durante los enfrentamientos, y a que las hembras seleccionan cangrejos grandes como parejas.

RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE LAS CONCHAS DE GASTERÓPODOS

Relaciones entre las variables morfométricas de las conchas de gasterópodos

De la misma forma que para los cangrejos ermitaños, las relaciones de talla, peso y volumen de los ejemplares de conchas de gasterópodos fueron analizadas mediante las ecuaciones de regresión lineal simple. Los resultados obtenidos mostraron correlaciones positivas entre DIÁM-AM para la determinación de la talla, entre DIÁM-PC para la determinación del peso en función de la talla, y entre DIÁM-VOL y PC-VOL para la determinación del volumen interno en función de la talla y el peso. Es posible resaltar que el mejor parámetro para predecir el volumen interno se estableció con el peso de la concha, ya que la ecuación de regresión obtenida explicó con un 94 % la variabilidad del volumen con respecto al peso (ver Tabla 5). Así mismo, cabe destacar que, de acuerdo a las relaciones establecidas y a los modelos de regresión propuestos, la variable del diámetro de la apertura de la concha es la que puede predecir o extrapolar tanto la talla, como el peso y el volumen interno. De esta forma, las relaciones de regresión obtenidas muestran los parámetros que pueden ser considerados de mayor importancia para la determinación del tamaño, peso y volumen de las especies de gasterópodos colectadas en las áreas de estudio.

Análisis de las variables morfométricas entre las especies de gasterópodos y entre las lagunas

Las diferencias en la talla, peso y volumen también fueron analizadas entre las especies de conchas de gasterópodos y entre las lagunas. Entre especies se observaron diferencias de talla y se formaron varios grupos homogéneos. Estas diferencias para cada especie de gasterópodo se corroboraron bibliográficamente con los registros de altura de las conchas de García-Cubas y Reguero (2004) y se observó que las especies más grandes fueron *Busycon contrarium* (100-400 mm), *B. spiratum plagosum* (100-150 mm), *Fasciolaria liliun branhami* (50-150 mm), *Melongena corona bispinosa* (60-100 mm), *M. melongena* (80-100 mm), *Strombus alatus* (80-100 mm) y *Pleuroploca gigantea* (400-600 mm) que fue la especie más grande. Las diferencias en los datos obtenidos en el presente estudio para dichas especies (ver Tabla 6) se deben tanto a las condiciones ambientales como a los estados de desarrollo de las conchas de gasterópodos colectadas. No obstante, los ejemplares en general conservan las tallas características de su especie. Así también es posible resaltar que las variables peso y volumen interno formaron pocos grupos, donde *Melongena melongena*, *M. corona bispinosa* y *Pleuroploca gigantea*, que son especies de tallas grandes, obtuvieron los valores más altos para dichas variables.

La comparación entre lagunas permitió observar que las variables con menos grupos homogéneos fueron el peso y el volumen interno de las conchas. En este caso, la Laguna de Tamiahua fue la que obtuvo los valores más altos y formó un grupo separado, lo que puede explicarse debido a la presencia de *M. melongena*, que es una especie típicamente grande.

OCUPACIÓN DE CONCHAS DE GASTERÓPODOS POR CANGREJOS ERMITAÑOS ESTUARINOS

Ocupación de especies de conchas de gasterópodos

Los cangrejos ermitaños, aún tratándose de la misma especie o población, utilizan diferentes especies de conchas (Argüelles, 2007), como ha sido registrado en estudios previos para varias especies entre las que se encuentran algunas de las identificadas en este trabajo. Por ejemplo, Tunberg *et al.* (1994) registró a *Pagurus maclaughlinae* en 13 especies de conchas de gasterópodos durante el estudio que realizó en Indian River, Florida, siendo *Cerithium muscarum*, *Modulus modulus* y *Nassarius vibex* las especies más usadas. Conover (1979) observó que, tanto en el campo como bajo condiciones de laboratorio, *Polinices duplicatus* y *Fasciolaria hunteria* fueron las especies de conchas de gasterópodos más ocupadas por *Pagurus pollicaris* y *Pagurus longicarpus*, mientras que las especies *Strombus alatus*, *Oliva sayana* y *Busycon contrarium* fueron las menos ocupadas. Así mismo, Fotheringham (1976b) registró que *Thais haemastroma*, *Polinices duplicatus* y *Littorina irrorata* fueron las especies más usadas por los cangrejos ermitaños *Clibanarius vittatus*, *Pagurus pollicaris* y *P. longicarpus*, mientras que Mantelatto y Dominciano (2002) observaron que *Paguristes tortugae* ocupó un total de 21 especies, siendo *Pisania auritula*, *Cerithium atratum*, *Morula nodulosa* y *Leucozonia nassa* las que ocupó con mayor frecuencia.

De acuerdo con Sato y Jensen (2005), los cangrejos ermitaños muestran una tendencia a usar las conchas que son más abundantes, lo que revela la importancia de la disponibilidad de las conchas en el establecimiento de sus patrones de utilización. Liszka y Underwood (1990) por otro lado, observaron que los cangrejos ermitaños de la especie *Pagurus lacertosus* no ocupan conchas de gasterópodos en proporción a la disponibilidad relativa de especies en el campo, sino en proporción directa al intervalo de tallas disponibles.

A pesar de que en el presente estudio cada especie de cangrejo ocupó una variedad de especies de conchas, en general algunas de ellas fueron ocupadas más frecuentemente por los cangrejos que otras, como es el caso de *Cerithium atratum*, *Polinices duplicatus* y *Modulus modulus* (ver Figura 21). *Cerithium atratum* es una concha de talla chica con valores de ALT de 20-40 mm (García-Cubas y Reguero, 2004) y fue ocupada por *Paguristes tortugae*, *Pagurus criniticornis*, *P. maclaughlinae*, *P. longicarpus* y *P. annulipes*, que son especies de tallas chicas también. Así mismo, *Modulus modulus* es de talla chica con valores de ALT de 10-15 mm (García-Cubas y Reguero, 2004) y fue ocupada por *Pagurus criniticornis* y *P. longicarpus*, que son especies de tallas chicas, y por *Clibanarius vittatus* que es una especie de talla mediana. *Polinices duplicatus*, que es de talla mediana con una ALT de 30-60 mm (García-Cubas y Reguero, 2004), fue ocupada con mayor frecuencia por *Clibanarius vittatus* de talla mediana y por *Pagurus pollicaris* y *P. longicarpus*, que son de tallas chicas (ver Figuras 19 y 20).

De acuerdo con Wada *et al.* (1997), los cangrejos ermitaños son capaces no sólo de ajustar sus preferencias por ciertos tamaños de conchas en función de su crecimiento esperado, sino que pueden controlar su crecimiento dependiendo del tamaño de su concha. Así, es probable que la ocupación de conchas medianas por parte de *P. pollicaris* y *P. longicarpus*, que son especies chicas, se deba a que lograron ocupar conchas más grandes que las que generalmente ocupan, lo que les permite un mayor crecimiento. Así mismo, en el caso de *P. pollicaris*, Williams (1984) registró que puede ocupar conchas de tamaño mediano como *Polinices duplicatus*, mientras que Hazlett (1980) demostró incluso su preferencia por esta especie de gasterópodo.

De esta forma, las especies de gasterópodos más frecuentemente ocupadas fueron *Cerithium atratum* y *Modulus modiolus*, debido a que la mayoría de las especies de cangrejos ermitaños identificados en las lagunas fueron de tallas chicas. Excepciones fueron *Petrochirus diogenes* que en relación a su tamaño característico ocupó las especies de conchas más grandes (*Melongena corona bispinosa* y *Pleuroploca gigantea*), *Clibanarius vittatus* que ocupó conchas de tallas chicas a medianas (*Modulus modiolus* y *Polinices duplicatus*) y *Pagurus pollicaris* y *P. longicarpus* que ocuparon conchas de *P. duplicatus* de talla mediana. Así, es posible que la variación en la ocupación de conchas de gasterópodos entre las especies de cangrejos ermitaños estuarinos pueda explicarse no sólo en función de la disponibilidad de especies de conchas, sino en función de las tallas de conchas disponibles en el hábitat de acuerdo a los requerimientos de su crecimiento. Así mismo, Bertness (1980) señaló que debido a que la disponibilidad de conchas para los anomuros por lo general es limitada y a que las conchas preferidas pueden ser raras, los cangrejos ermitaños pueden ser encontrados frecuentemente en conchas que no presentan la arquitectura o talla preferida.

En cuanto a las especies de cangrejos ermitaños, es interesante destacar que *Clibanarius vittatus* fue la que ocupó más especies de conchas de gasterópodos (11 especies). Esto se explica debido a la presencia de *C. vittatus* en las cuatro lagunas, lo que le permitió ocupar una amplia variedad de especies de conchas. Como se mencionó anteriormente, *C. vittatus* es fisiológicamente tolerante, lo que le facilita habitar una variedad de ambientes incluyendo áreas donde otras especies no se pueden establecer, presentar una mayor eficiencia en la explotación del recurso obtenido de las conchas vacías como lo señaló Bertness (1981a), y por lo tanto tener un mayor acceso y poder ocupar un número mayor de conchas de gasterópodos.

De la misma forma que para las especies de cangrejos ermitaños estuarinos, los patrones de ocupación también variaron con respecto a las cuatro lagunas. Esto es natural debido a la distribución de las especies de gasterópodos en cada laguna en particular. Así, los patrones de utilización también pueden relacionarse con el hábitat, al ser el resultado de las diferencias en el suplemento local de conchas en diferentes hábitats (Bertness, 1980).

Por otro lado, es probable que la ocupación de las conchas se deba a la facilidad de ocupación de cada una. Con respecto a esto, Liszka y Underwood (1990) señalaron que es posible confundir la preferencia de las conchas con la capturabilidad, o sea, la facilidad con la cual una concha puede ser encontrada, manipulada y ocupada. Así, algunos tipos de conchas pueden ser ocupadas por más especies de cangrejos, no porque estos tipos sean preferidos, sino porque son más accesibles de manejar, y los cangrejos pueden cambiarse con mayor facilidad de una concha a otra.

Relación entre las especies de cangrejos ermitaños y las especies de conchas de gasterópodos

Entre otros factores que influyen los tipos y tamaños de las conchas ocupadas por cangrejos ermitaños en poblaciones separadas, se encuentran la preferencia específica de conchas por parte de cada especie de cangrejo, y la presencia y abundancia relativa de cangrejos ermitaños simpátricos competidores por el suplemento limitado de conchas vacías (Bertness, 1980). Al realizar las pruebas de independencia de Chi-cuadrada para la Laguna Madre y la Laguna de Tamiahua, se observó que existe una relación de dependencia entre las especies de cangrejos ermitaños y las especies de conchas ocupadas, lo que indica la preferencia específica que tienen los cangrejos por las distintas especies de conchas en cada área. Por ejemplo, en el caso de *Clibanarius vittatus*, algunos estudios (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991; Reigada y Santos, 1997;

Sant'Anna *et al.*, 2006) demostraron una preferencia por la especie *Stramonita haemastoma* en algunas áreas de Brasil, mientras Blackstone y Joslyn (1984) determinaron que *Pagurus longicarpus* utiliza y prefiere con frecuencia a *Littorina littorea* en Connecticut, EU.

En contraste a lo observado en las lagunas Madre y de Tamiahua, en la Laguna de Términos no se observó una relación entre especies de cangrejos y de conchas mediante la prueba de Chi-cuadrada, lo que sugiere que la preferencia por las conchas no es tan importante. Una posible explicación para lo anterior es que la competencia interespecífica de cangrejos influya de manera importante la ocupación de las conchas, ya que la Laguna de Términos fue la que registró el mayor número de especies de cangrejos ermitaños. La competencia intraespecífica también puede influir en la ocupación de las conchas por los ermitaños. Por ejemplo, Scully (1983) demostró que la competencia intraespecífica se presenta en función de la disponibilidad de conchas en cada población.

Análisis de las variables morfométricas de las conchas de gasterópodos en relación a los sexos de los cangrejos ermitaños

El análisis de las variables de las conchas con respecto al sexo de los cangrejos mostró que las hembras ocuparon conchas más altas y ligeramente más pesadas, pero también con mayor volumen interno, en comparación con los machos que ocuparon conchas más anchas y con mayor diámetro de apertura (ver Figura 22). Estas diferencias en las variables morfométricas de las conchas ocupadas por machos y hembras se pueden relacionar con el dimorfismo sexual reflejado en las tallas de los dos sexos de cangrejos.

La relación entre el dimorfismo sexual de los cangrejos ermitaños y la ocupación de diferentes tamaños de conchas se ha demostrado previamente (Fotheringham, 1976b; Bertness, 1981a; Blackstone y Joslyn, 1984; Blackstone, 1985; Abrams, 1988), y las diferencias en los patrones de ocupación de especies de conchas en relación al sexo de los cangrejos han sido registradas por varios autores (Benevenuto y Gherardi, 2001; Biagi *et al.*, 2006a). Así, la relación entre el dimorfismo sexual con respecto al tamaño de los ermitaños y el uso de distintos tamaños de conchas puede exponerse a través de varias explicaciones. (1) La primera tiene que ver con la disponibilidad diferencial de la energía para el crecimiento, por ejemplo, las hembras maduras invierten más en la reproducción y los machos en el crecimiento somático (Mantelatto y Garcia, 2000). (2) La segunda explicación se atribuye a la selección sexual, dado que la adecuación se incrementa más rápidamente con el tamaño para los cangrejos machos que para las hembras debido a la competencia intrasexual entre machos para obtener cópulas (Abrams, 1988). (3) Otra explicación se relaciona con el desplazamiento de caracteres intersexuales como resultado de la competencia por las conchas. Por ejemplo, Bertness (1981a) estudió tres especies de la costa Pacífica de Panamá y observó que los machos eran más exitosos que las hembras en obtener conchas durante los enfrentamientos por ellas, ya que resultaron ser competidores superiores que las hembras sin puesta, las que a su vez eran mejores compitiendo por las conchas que las hembras ovígeras. Así mismo, los machos encontraban y ocupaban conchas vacías más rápidamente que las hembras bajo condiciones de laboratorio. Además, debido a que las conchas proveen espacio para la progenie y protección en contra de la depredación y del estrés ambiental (Reese, 1969), los efectos de la competencia por este recurso deben desencadenar un decremento de la sobrevivencia y fecundidad y, por lo tanto, una reducción en la adecuación. Por ejemplo, Vance (1972b) ha referido que los cangrejos ermitaños pagúridos que ocupan conchas grandes tienen mayor protección ante la depredación que aquellos que ocupan conchas chicas, y Childress (1972) mostró diferencias en la producción de huevos de las hembras en relación al tamaño de la

concha ocupada, donde las hembras que ocuparon conchas más grandes aumentaron el número de huevos por puesta y por tanto, su adecuación.

Ocupación en relación a la forma y ornamentación de las conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños

Las preferencias con respecto a la forma de las conchas han sido registradas anteriormente por Liszka y Underwood (1990), que determinaron mediante experimentos de laboratorio que el patrón de ocupación observado en el campo se debe a la preferencia del cangrejo ermitaño por un tipo particular de concha, mientras que Bertness (1982) observó que, en ambientes similares, dos especies de cangrejos ermitaños tuvieron distintas preferencias con respecto a la arquitectura de la concha, en respuesta al régimen de mareas y a las presiones de depredación. Así mismo, Mantelatto y Garcia (2000) observaron experimentalmente que la arquitectura de las conchas parece influenciar la ocupación, siendo que las conchas más ocupadas por los ermitaños de la especie *Calcinus tibicen* mostraron una arquitectura similar, mientras que algunas de las especies de conchas menos ocupadas fueron también las menos preferidas por los cangrejos.

De acuerdo con las seis formas de conchas clasificadas en este estudio (piriforme, triangular, turriforme, fusiforme, cónica y globosa, ver Tabla 8), se observó una frecuencia de ocupación alta de los cangrejos ermitaños estuarinos por las conchas de tipo triangular (ver Figura 23). Sin embargo, al analizar la ocupación del tipo de conchas entre sexos, se observó que los machos ocuparon con mayor frecuencia las conchas triangulares, mientras que las hembras ocuparon conchas tanto turriformes como cónicas (ver Figura 24). La diferencia en la ocupación de diferentes formas de conchas entre los sexos puede deberse, como señalaron Mantelatto y Garcia (2000), a las preferencias de cada sexo por una forma o arquitectura particular en la concha ocupada. En contraste, Abrams (1988) caracterizó a algunas especies de cangrejos con preferencias similares tanto para machos como para hembras.

Es posible que la ocupación de diferentes formas de conchas tenga influencia en algunas conductas reproductivas de los cangrejos ermitaños. Se ha demostrado que el ocupar formas o especies particulares de conchas puede influenciar el rendimiento del apareamiento en los machos. Por ejemplo, los machos que se encuentran en algunas especies de conchas tienen más probabilidad de llevar a cabo conductas que son preferidas por las hembras (Contreras-Garduño *et al.*, 2007). Al respecto, Hazlett (1989) registró que los cangrejos ermitaños machos de la especie *Clibanarius zebra* que ocuparon conchas de los géneros *Trochus* y *Nerita* tuvieron un éxito reproductivo bajo comparados con los machos en conchas de *Turbo* y *Nassarius*, y que al transferir a los machos de unas formas de conchas a otras, su éxito se estableció en función del tipo de concha habitada y no en función de la correlación con algunas características de los cangrejos como por ejemplo, la talla.

Así mismo, la arquitectura de las conchas ocupadas por los cangrejos ermitaños puede proporcionarles ventajas en relación a las condiciones locales del hábitat en que se encuentren. Por ejemplo, Argüelles *et al.* (2009) señalaron que la arquitectura de la concha ocupada puede influenciar la ocupación en el ambiente intermareal de Montepío, Veracruz. De acuerdo con estos autores, el estudio realizado indicó que la arquitectura de la concha, determinada por el peso y la superficie máxima de área expuesta al flujo de agua, fue el factor más importante que determinó la ocupación de las diferentes especies de conchas. Así, dichos autores señalaron que las conchas turbinadas y cónicas fueron las más frecuentemente usadas en sitios con mayor influencia de oleaje, mientras que las conchas turriculadas fueron las menos usadas en estos

sitios. Las conchas turbinadas fueron las más pesadas y en conjunto las turbinadas y las cónicas presentaron una mayor superficie de área expuesta en relación al peso, que las neritiformes y turriculadas, de forma que el uso de las formas turbinadas y cónicas en áreas de alta energía resultó ser más ventajoso que el uso de conchas turriculadas y ligeras con menor superficie de área expuesta.

Finalmente, el análisis de la ocupación de conchas con distinta ornamentación (ver Tabla 9) mostró que, tanto de forma general como entre los sexos, los cangrejos tuvieron una frecuencia alta de ocupación de conchas lisas (ver Figuras 25 y 26). La tendencia a ocupar conchas lisas sin alguna ornamentación sobresaliente puede deberse a las ventajas que éstas les proporcionan a los cangrejos en su hábitat. Así, debido a que la mayoría de los cangrejos ermitaños se colectaron en hábitats con pastos marinos, la ocupación de conchas con superficie lisa puede resultar ventajosa para permitir el movimiento de estos crustáceos entre la vegetación acuática.

Relaciones entre las variables morfométricas de cangrejos ermitaños y de conchas de gasterópodos

Las preferencias que los cangrejos ermitaños exhiben por tallas particulares de conchas han sido ampliamente registradas (Reese, 1962; Hazlett, 1970; Vance, 1972a; Kellogg, 1976; Conover, 1978; Bertness, 1980). Dichas preferencias se reflejaron en las correlaciones positivas establecidas entre el tamaño del cangrejo y el de la concha (por ejemplo el peso, la longitud, el ancho y el volumen interno de la concha, y el largo y ancho de la apertura). En este estudio, las ecuaciones de regresión para determinar las relaciones entre la talla del cangrejo y la talla de la concha mostraron correlaciones positivas, en especial con el diámetro de la apertura de la concha, lo cual explicó con un alto porcentaje la variabilidad del ancho y la longitud del escudo del cangrejo, y comprobó que el tamaño de las conchas ocupadas está bien correlacionado con la talla de los ermitaños. Esto representa un hecho natural debido a que la mayoría de las especies de cangrejos ermitaños cambian el tipo de concha ocupada a medida que crecen (Hazlett, 1995), por lo que es de esperarse que los cangrejos se encuentren ocupando conchas de la talla que mejor ajuste a su tamaño.

Existen estudios que han demostrado que los cangrejos ermitaños discriminan entre el tamaño, el peso, el volumen interno y las especies de conchas de gasterópodos (Blackstone y Joslyn, 1984; McClintock, 1985; Osorno *et al.*, 1998). Al igual que para las tallas, las ecuaciones de regresión también indicaron que existen buenas correlaciones entre DIÁM-PH, VOL-PH y PC-PH. No obstante, se observó que el volumen interno de la concha fue el que mejor reflejó la asociación con el peso de los cangrejos (ver Tabla 10). Esta relación entre el peso del cangrejo y el volumen interno de la concha fue igualmente corroborada por Fantucci *et al.* (2008). Así mismo, Lively (1988) registró, mediante la manipulación experimental de la masa de la concha, que el volumen es más importante que el peso durante la selección de la concha por cangrejos ermitaños. En contraste, Mantelatto y Dominciano (2002) realizaron experimentos de selección de conchas con *Paguristes tortugae* y hallaron una mejor correlación de coeficientes entre el peso de la concha y las tallas de los cangrejos, mientras que Conover (1978) propuso que para *Pagurus pollicaris* tanto el peso como el volumen son las características más importantes para la selección de conchas.

Tomando en cuenta las relaciones morfométricas registradas entre los cangrejos y las conchas, se puede inferir que dichas relaciones forman parte de los factores que influyen la ocupación de los diferentes tipos de conchas por los cangrejos ermitaños estuarinos en las lagunas de Términos,

Alvarado, Tamiahua y Madre. Además, debido a que la preferencia y la selección representan comportamientos activos previos a la ocupación de las conchas, dichos comportamientos pueden brindar algunos beneficios a las poblaciones de cangrejos, ya que proveen de circunstancias favorables para la ocupación.

La selección de una concha a ocupar representa un proceso complicado que involucra evaluaciones y decisiones (Hazlett, 1996). Estudios previos de selección mostraron que varias características son importantes en la selección, entre las que se encuentran el peso (Childress, 1972; Fotheringham, 1976b), el volumen interno (Fotheringham, 1980), la talla (Vance, 1972b; Fotheringham, 1976a, 1976b) y las propiedades protectoras de la concha (Bertness, 1981b, 1982; Bertness y Cunningham, 1981). Estas características parecen afectar la selección de conchas debido a los efectos que tienen en el crecimiento, en la reproducción y en la sobrevivencia (McClintock, 1985).

Así, ya que la selección se realiza antes de la ocupación, es probable que dicha selección se base en las relaciones morfométricas encontradas en este estudio, donde la talla y el volumen interno de la concha pueden representar las características más importantes para la selección y, por lo tanto, para la ocupación. No obstante, los parámetros específicos por los cuales una concha es seleccionada aún son inciertos.

Además, después de observar la gran variación en los patrones de ocupación de conchas en diferentes poblaciones de cangrejos ermitaños (Conover, 1978; Blackstone, 1985; Garcia y Mantelatto, 2001; Mantelatto y Dominciano, 2002; Mantelatto y Meireles, 2004), se puede inferir que la selección de conchas por los ermitaños varía de acuerdo a las dimensiones de la concha, pero también depende de la especie de cangrejo, del origen de las poblaciones, y de la disponibilidad de recursos en el área (Biagi *et al.*, 2006b).

Bertness (1980) proporcionó un buen resumen acerca de las diferencias interespecíficas que actúan en la ocupación de conchas. El autor señaló que dichas diferencias pueden ser atribuidas a las diferencias entre las preferencias de conchas por las especies de cangrejos ermitaños, a las diferencias interespecíficas en la talla de los cangrejos (haciendo a las conchas disponibles para cada especie), a las diferencias entre los hábitats de las especies de cangrejos ermitaños (afectando la disponibilidad de las conchas para cada especie) y a las diferencias en la habilidad para adquirir las conchas preferidas. De esta forma, los patrones de ocupación reflejados en las lagunas de Términos, Alvarado, Tamiahua y Madre pueden atribuirse a las diferencias interespecíficas en función de los factores tanto bióticos como abióticos. Los resultados en este estudio proporcionan información acerca de los patrones de ocupación de conchas por cangrejos ermitaños estuarinos en los tiempos y localidades estudiadas, además de la complejidad de factores con sus distintos niveles de importancia que pueden explicar la formación de los patrones.

CONCLUSIONES

La talla de los cangrejos se relacionó con la talla de las conchas ocupadas. La mayoría de las especies de cangrejos ermitaños fueron de tallas chicas, por lo que las especies de conchas de gasterópodos más frecuentemente ocupadas fueron *Cerithium atratum*, *Modulus modulus*, que también son de talla chica, y *Polinices duplicatus*, que es de talla mediana, pero fue ocupada por cangrejos de tallas chicas y medianas.

Clibanarius vittatus destacó por ocupar el mayor número de especies de conchas, debido a su mayor abundancia, a su amplia distribución y a su eficiencia en la explotación del recurso obtenido de las conchas de gasterópodos vacías.

Los cangrejos ermitaños exhiben dimorfismo sexual en cuanto a la talla. La distribución de tallas entre los sexos de cangrejos ermitaños en las lagunas de Términos, Tamiahua y Madre mostró que los machos son más grandes que las hembras. Los machos ocuparon conchas más altas y con mayor diámetro de apertura, mientras que las hembras ocuparon conchas más anchas y con mayor volumen interno, por lo que la ocupación de diferentes tamaños de conchas se relaciona con el dimorfismo sexual de los ermitaños.

Los cangrejos machos y hembras ocuparon conchas de diferentes formas. Las formas preferidas por los machos fueron las triangulares, y las de las hembras fueron tanto las turriformes como las cónicas. Con respecto a la ocupación en relación a la ornamentación de las conchas, ambos sexos ocuparon con mayor frecuencia las conchas lisas. La diferencia en la ocupación de formas de conchas entre machos y hembras se relaciona con las preferencias de cada sexo influidas por sus conductas reproductivas, mientras que la ocupación de conchas lisas se relaciona con las ventajas de desplazamiento en el hábitat.

Los patrones de ocupación de las conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en las cuatro lagunas se relacionan con la disponibilidad de especies de conchas y de tallas adecuadas, con el suplemento de conchas en cada hábitat y con la facilidad con que los cangrejos ocupan las conchas. Así mismo, la relación entre las especies de cangrejos ermitaños y las especies de conchas de gasterópodos ocupadas indica que la ocupación es influida por la preferencia específica por parte de cada especie de cangrejo, y por la competencia intra- e interespecífica.

Las relaciones morfométricas más significativas entre conchas y cangrejos se establecieron entre el diámetro de la apertura y la longitud del escudo (DIÁM-LE), entre el diámetro de la apertura y el ancho del escudo (DIÁM-AE), y entre el volumen interno de la concha y el peso húmedo del cangrejo (VOL-PH). Estas relaciones representan factores importantes que determinan la selección y ocupación de conchas por los cangrejos ermitaños estuarinos en las lagunas.

El estudio de los patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños estuarinos requiere tomar en cuenta todos los factores bióticos y abióticos que influyen en la ocupación, con sus distintos niveles de importancia. La aplicación de herramientas estadísticas cualitativas, como fue el caso de la Prueba de Chi-cuadrada, y cuantitativas, como las regresiones lineales, permitió identificar los factores más importantes involucrados en los patrones de ocupación en el presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Abbott, R. T. 1974. American seashells. The marine Mollusca of the Atlantic and Gulf coasts and the West Indies. The Peterson field guide series. New York. 4^a Edición. 350 pp.
- Abrams, P. A. 1978. Shell selection and utilization in a terrestrial hermit crab, *Coenobita compressus* (H. Milne Edwards). *Oecologia* (Berlin) 34:239 – 253.
- Abrams, P. A. 1988. Sexual difference in resource use in hermit crabs; consequences and causes:283 – 296. *In*: Chelazzi, G. & M. Vannini (Eds). Behavioral Adaptations to Intertidal Life, New York, Plenum.
- Aguirre-León, A., A. Yáñez-Arancibia & F. Amézcuca-Linares. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarra de la Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Gerridae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 9(1): 213 – 250.
- Álvarez, S. L. 2006. Estructura comunitaria de los moluscos (Clases: Bivalvia, Gastropoda y Scaphopoda) del suroeste del Golfo de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 48 pp.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos, Y. Rojas & R. Robles. 1999. Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 70(1):1 – 27.
- Álvarez, S. C. 1991. Taxonomía y biología de las especies del genero *Labidocera* (Crustacea : Copepoda) de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 73 pp.
- Amezcuca-Linares, F. & A. Yáñez-Arancibia. 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 7(1):69 – 118.
- Angel, J. E. 2000. Effects of shell fit on the biology of the hermit crab *Pagurus longicarpus* (Say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 243:169 – 184.
- Argüelles, T. A. 2004. Uso diferencial de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en respuesta a la acción del oleaje en una costa rocosa. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 89 pp.
- Argüelles, T. A. 2007. Selección de conchas y su relación con la locomoción en el cangrejo ermitaño *Calcinus tibicen*. Tesis de Grado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.

Argüelles, T. A., F. Álvarez & G. Alcaraz. 2009. Shell architecture and its relation to shell occupation by the hermit crab *Clibanarius antillensis* under varying conditions of wave action. *Scientia Marina* 73:717 – 723.

Asakura, A. 1995. Sexual differences in life history and resource utilization by the hermit crab. *Ecological Society of America* 76(7):2295 – 2313.

Ayala-Castañares, A. & L. R. Segura. 1981. Foraminíferos recientes de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 8(1):103-158.

Ayres-Peres, L. & F. L. Mantelatto. 2008. Patterns of distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Decapoda, Diogenidae) in two coastal areas of southern Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(2):399 – 441.

Barba, M. E. 1992. Comunidad de crustáceos y peces de Laguna Madre, Tamaulipas: crustáceos epibénticos y peces juveniles de la región sur-central. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 55 pp.

Barba, M. E. 1995. Patrones de distribución de los carideos (CRUSTACEA: DECAPODA) de la Laguna Madre, Tamaulipas y Laguna de Términos, Campeche en el suroccidente del Golfo de México. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 50 pp.

Barba, M. E. 1999. Variación de la densidad y la biomasa de peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica* 9(2):103 – 116.

Barba, M. E., A. Raz-Guzman & A. J. Sánchez. 2005. Distribution patterns of estuarine caridean shrimps in the southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana* 78(6):709 – 726.

Barbosa, S. M. 1994. Aspectos fisioecológicos del metabolismo energético de tres especies de peneidos de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 29 pp.

Barnes, R. D. 1990. Zoología de los Invertebrados. Interamericana, McGraw-Hill. 4ª Edición. 957 pp.

Benevenuto, C. & F. Gherardi. 2001. Population structure and shell use in the hermit crab, *Clibanarius erythropus*: a comparison between Mediterranean and Atlantic shores. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 81:77 – 84.

Bertini, G. & A. Fronsozo. 2000. Patterns of shell utilization in *Petrochirus diogenes* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 20(3):468 – 473.

Bertness, M. D. 1980. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of the Bay of Panama. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 48:1 – 16.

- Bertness, M. D. 1981a. Interference, exploitation, and sexual components of competition in a tropical hermit crab assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 49:189 – 202.
- Bertness, M. D. 1981b. Predation, physical stress, and the organization of a tropical rocky intertidal hermit crab community. *Ecology* 62:411 – 425.
- Bertness, M. D. 1982. Shell utilization, predation pressure, and thermal stress in Panamanian hermit crabs: an interoceanic comparison. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 64:159 – 187.
- Bertness, M. D. & C. Cunningham. 1981. Crab shell-crushing predation and gastropod architectural defense. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 50:213 – 230.
- Biagi, R., L. A. Meireles & F. L. Mantelatto. 2006a. Bio-ecological aspects of the hermit crab *Paguristes calliposus* (Crustacea, Diogenidae) from Anchieta Island, Brazil. *Anais da academia Brasileira de Ciencias* 78(3):451 – 462.
- Biagi, R., L. A. Meireles & F. L. Mantelatto. 2006b. Comparative study of shell choice by the southern endemic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* from Brazil and Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 481 – 487.
- Blackstone, N. W. 1985. The effects of shell size and shape on growth and form in the hermit crab *Pagurus longicarpus*. *Biological Bulletin* 168:75 – 90.
- Blackstone, N. W. & A. R. Joslyn. 1984. Utilization and preference for the introduced gastropod *Littorina littorea* (L.) by the hermit crab *Pagurus longicarpus* (Say) at Guilford, Connecticut. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 80:1 – 9.
- Brooks, W. R. & R. N. Mariscal. 1985. Protection of the hermit crab *Pagurus pollicaris* Say from predators by hydroid-colonized shells. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 87:111 – 118.
- Brusca, R. C. & G. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer, 2^a Edición. 936 pp.
- Cárdenas, F. M. 1969. Pesquerías de las Lagunas Litorales de México, en: *Lagunas costeras, Un simposio*. Ayala-Castañares, A. y B. F. Pheleger. (Eds). Universidad Nacional Autónoma de México. 645-651 pp.
- Carlson, D. B. & J. P. Ebersole. 1995. Life-history variation among three temperate hermit crabs: The importance of size in reproductive strategies. *Biological Bulletin* 188:329 – 337.
- Caso, C. M. 1991. Patrón de diversidad de las comunidades de peces demersales marinos frente a las bocas de conexión Laguna de Términos-sonda de Campeche (sur del Golfo de México). Tesis de Grado. Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México. 97 pp.

Childress, J. R. 1972. Behavioral ecology and fitness theory in a tropical hermit crab. *Ecology* 53:960 – 964.

Cid, S. A. 2008. Los camarones peneidos y su relación con el recurso pesquero camarón en Laguna de Tamiahua, Veracruz y Laguna Madre, Tamaulipas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 74 pp.

Contreras, F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. México. 210 pp.

Contreras, E. F. & O. Castañeda. 2004. Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México: hacia el establecimiento de índices ecológicos. En: Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds), Publicado por el INE y el Harte Research Institute 1: 573 – 602.

Contreras-Garduño J., J. L. Osorno & A. Córdoba-Aguilar. 2007. Male-male competition and female behavior as determinants of male mating success in the semi-terrestrial hermit crab *Coenobita compressus* (H. Milne Edwards). *Journal of Crustacean Biology* 27(3):411 – 416.

Conover, M. R. 1978. The importance of various shell characteristics to the shell-selection behavior of hermit crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 32:131 – 142.

Conover, M. R. 1979. Effect of gastropod shell characteristics and hermit crabs on shell epifauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 40:81 – 94.

Corona, A., L. A. Soto y A. J. Sánchez. 2000. Epibenthic amphipod abundance and pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* predation efficiency in habitats with differential physical complexity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 253:33 – 48.

Díaz, R. S., A. A. León & O. P. Solís. 2000. Distribución y abundancia de *Syngnathus louisianae* y *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae) en la laguna de Tamiahua, Golfo de México. *Ciencias Marinas* 26(1): 125 – 143.

de la Lanza Espino, G. & C. Cáceres Martínez (Eds). 1994. Las Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano (Baja California Sur): Universidad Autónoma de Baja California Sur, 1994:66 – 69.

Escamilla, M. R. 1996. Consideraciones taxonómicas y ecológicas de las megalopas del género *Callinectes* (Crustacea: Portunidae) en la laguna de Alvarado, Veracruz, Mexico. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 86 pp.

Elwood, R. & A. Stewart. 1985. The timing of decisions during shell investigation by the hermit crab *Pagurus bernhardus*. *Animal Behavior* 33: 620 – 627.

Espinoza, S. T. 2003. Caracterización de la comunidad de peces de la laguna camaronera del sistema estuarino de Alvarado Veracruz, México entre los años 2000-2001 y 2001-2002. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 45 pp.

- Estavillo, G. E. & J. E. Aguayo. 1985. Ambientes sedimentarios recientes en la Laguna Madre, NE de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 46 (1): 29 – 46.
- Fantucci, M. Z., R. Biagi & F. L. Mantelatto. 2008. Shell occupation by the endemic western Atlantic hermit crab *Isocheles sawayai* (Diogenidae) from Caraguatatuba, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68(4):859 – 867.
- Felder, D. & D. K. Camp. 2009. Gulf of Mexico. Origin, Waters and Biota. Vol. 1, Biodiversity. Texas A&M University Press. 1393 pp.
- Fernández, M. N. 1989. Variación Poblacional de *Discopseudes holthuisi* (Bacescu y Gutu, 1975) (TANAIDACEA) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 69 pp.
- Fotheringham, N. 1976a. Effects of shell stress on the growth of hermit crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 23:299–305.
- Fotheringham, N. 1976b. Population consequences of shell utilization by hermit crabs. *Ecology* 57:570 – 578.
- Fotheringham, N. 1980. Effects of shell utilization on reproductive patterns in tropical hermit crabs. *Marine Biology* 5.5:287 – 293.
- García, E. 1973. Los climas del estado de Veracruz (según el sistema de clasificación climática de Köpen, modificado por la autora). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 1:3 – 442.
- García-Cubas, A., 1981. Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Términos, Campeche). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 5:1 – 182.
- García-Cubas, A. & M. Reguero. 2004. Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 168 pp.
- García-Cubas, A., M. Reguero y L. Jácome, 1994. Moluscos Arrecifales de Veracruz, México (Guía de Campo). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 43 pp.
- García-Gómez, J. 1982. The provenzanoi group of hermit crabs (Crustacea, Decapoda, Paguridae) in the western Atlantic. Part I. *Pagurus maclaughlinae*, a new species. *Bulletin of Marine Science* 32(3):647 – 655.
- García-Montes, J. F. 1988. Composición, distribución y estructura de las comunidades de macroinvertebrados epibénticos del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis de Grado. Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México. 124 pp.

- García, R. B. & F. L. Mantelatto. 2001. Shell selection by the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (Anomura, Diogenidae) from southern Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 265:1 – 14.
- Gaspar, D. M. 2007. Dinámica íctica en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (1984-1987). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 114 pp.
- Gherardi, F. 1991. Relative growth, population structure and shell utilization of the hermit crab *Clibanarius erythropus* in the Mediterranean. *Oebalia* 17:181 – 196.
- Gherardi, F. 2005. Fighting behavior in hermit crabs: the combined effect of resource-holding potential and resource value in *Pagurus longicarpus*. *Behaviour Ecology and Sociobiology* 59:500 – 510.
- Giannelli, J. M. 2004. Shell selection behavior of the hermit crab, *Pagurus longicarpus*. Thesis, Master of Arts in Biological Sciences. Central Connecticut State University. New Britain, Connecticut. 35 pp.
- Goitia, F. E. 2000. Distribución espacio temporal de la abundancia de las familias Gobiidae, Eleotridae y Syngnathidae (Pisces) en la Laguna Madre y Laguna Morales, Tamaulipas. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 77 pp.
- Gómez, L., A. Sosa, I. Moreno & A. Jover. 2009. Biodiversidad, morfometría y alimentación de los cangrejos del género *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) en Santiago de Cuba. *Revista de Biología Tropical* 57(3):671 – 686.
- González, A. G. 2008. Ensamblajes de peces como indicadores de impacto ambiental en la laguna de Alvarado, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 46 pp.
- Grant, W. Jr. & K. Ulmer. 1974. Shell selection and aggressive behavior in two sympatric species of hermit crabs. *Biological Bulletin* 146:32 – 43.
- Guillén, R. F. 1992. Selección de concha en el cangrejo ermitaño *Coendaita compressus* en la Isla Isabel, Nayarit, México. Tesis de Grado. Universidad Nacional Autónoma de México. 67 pp.
- Guevara, C. E. 2004. Ecología trófica de peces asociados a una zona de vegetación sumergida en la Laguna de Términos. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 56 pp.
- Guzmán, G. X. 1995. Evaluación de la calidad sanitaria del ostion *Crassostrea virginica* de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 55 pp.

- Harvey, A. W. 1996. Delayed metamorphosis in Florida hermit crabs: multiple cues and constraints (Crustacea: Decapoda: Paguridae and Diogenidae). *Marine Ecology Progress Series* 141:27 – 36.
- Harvey, A. W. & E. A. Colasurdo. 1993. Effects of shell and food availability on metamorphosis in the hermit crabs *Pagurus hirsutiusculus* (Dana) and *Pagurus granosimanus* (Stimpson). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 165:237–249.
- Hazlett, B. A. 1970. Interspecific shell fighting in three sympatric species of hermit crabs in Hawaii. *Pacific Science* 24:472 – 482.
- Hazlett, B. A. 1980. Communication and mutual resource exchange in North Florida hermit crabs. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 6:177 – 184.
- Hazlett, B.A. 1981. The behavioral ecology of hermit crabs. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12:1 – 22.
- Hazlett, B. A. 1989. Mating success of male hermit crabs in shell generalist and shell specialist species. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 25:119 – 128.
- Hazlett, B. A. 1992. The effect of past experience on the size of shells selected by hermit crabs. *Animal Behaviour* 44:203–205.
- Hazlett, B. A. 1995. Behavioral plasticity in crustacea: why not more?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 193:57 – 66.
- Hazlett, B. A. 1996. Assessments during shell exchanges by the hermit crab *Clibanarius vittatus*: the complete negotiator. *Animal Behaviour* 51:567–573.
- Heckel, D. G. 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea : Delphinidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 164 pp.
- Hughes, R. N. 1986. A functional biology of marine gastropods. The Johns Hopkins University Press. 245 pp.
- Iannacone, J. & L. Alvarino. 2005. Morfometría, proporción sexual y selectividad a conchillas de gasterópodos de tres especies simpátricas de cangrejos ermitaños *Pagurus* (Decapoda. Anomura, Paguridae) en la Bahía de Ancon, Lima, Perú. *Comunicaciones Breves* 69(1):139 – 143.
- Ingle, R. 1993. Hermit crabs of the northeastern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea: An illustrated key. Chapman and Hall. 495 pp.
- Kellogg, C. W. 1976. Gastropod shells: a potentially limiting resource for hermit crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 22:101 – 111.
- Kellogg, C. W. 1977. Coexistence in a hermit crab species ensemble. *Biological Bulletin* 153:133 – 144.

Lancaster, I. 1988. *Pagurus bernhardus* (L.) An introduction to the natural history of the hermit crabs. *Field Studies* 7:189 – 238.

Latournerie, C. J. 2007. Estudios ecofisiológicos sobre el camarón café *Penaeus aztecus* (Ives) de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 55 pp.

Leija-Tristán, A., G. A. Rodríguez-Almaraz & F. Jiménez-Guzmán. 1995. Composición, abundancia y distribución espacial del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Publicaciones biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México* 8(1 y 2):97 – 108.

Lemaitre, R., P. MacLaughlin & J. García-Gómez. 1982. The Provenzano group of hermit crabs (Crustacea, Decapoda, Paguridae) in the Western Atlantic. Part IV. A review of the group, with notes on variations and abnormalities. *Bulletin of Marine Science* 32: 670 – 701.

Lemus, S. E. 2009. Distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 95 pp.

Lin, J. L. 1990. Patrones de distribución de *panaeus* (*Farfantepenaeus*) *duorarum* Burkenroad 1939, en el noreste de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 71 pp.

Liszka, D. & A. J. Underwood. 1990. An experimental design to determine preferences for gastropod shells by a hermit-crab. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 137:47 – 62.

Lively, C. M. 1988. A graphical model for shell-species selection by hermit crabs. *Ecology* 69: 1233 – 1238.

Luna, F. J. 1994. Postlarvas de camarón *Penaeus aztecus* Ives y *P. setiferus* en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz México (Crustacea : Decapoda : Penaeidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 65 pp.

Mancilla, P. M. y M. V. Flores, 1980. Los primeros estudios sobre circulación y el flujo de agua a través de la laguna de Términos, Campeche. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 7(2):1-302.

Manjón-Cabeza, M. E. & J. E. García-Raso. 1999. Shell utilization by the hermit crabs *Diogenes pugilator* (Roux, 1829), *Paguristes eremita* (Linnaeus, 1767) and *Pagurus forbesii* Bell, 1845 (Crustacea: Decapoda: Anomura), in a shallow water community from southern Spain. *Bulletin of Marine Science* 65(2): 391 – 405.

Mantelatto, F. L. M. & R. B. Garcia. 2000. Shell utilization pattern of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from southern Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 20(3): 462 – 469.

- Mantelatto, F. L. M. & L. C. C. Dominciano. 2002. Pattern of shell utilization by hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta Island, southern Brazil. *Scientia Marina* 66(3):265 – 272.
- Mantelatto, F. L. M. & A. L. Meireles. 2004. The importance of shell occupation and shell availability in the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1859) (Paguridae) population from the southern Atlantic. *Bulletin of Marine Science* 75: 27 – 35.
- Mantilla, T. M. 2004. Interacción oleaje-corriente en la Boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. 123 pp.
- Martinelli, J. M. & F. L. M. Mantelatto. 1999. Shell occupation by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Anomura: Diogenidae) from Ubatuba Bay, Brazil. In F. R. Schram and J. C. Vaupel Klein (Eds). *Crustaceans and the Biodiversity Crisis*, pp. 719 – 731. Brill, The Netherlands.
- McClintock, T. S. 1985. Effects of shell condition and size upon the shell choice behavior of a hermit crab. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 88:271–285.
- McLaughlin, P. A., 2003. Illustrated keys to families and genera of the superfamily Paguroidea (Crustacea: Decapoda: Anomura), with diagnoses of genera of Paguridae. *Memoirs of Museum Victoria* 60(1): 111–144.
- McLaughlin, P. A. & A. J. Provenzano Jr. 1974. Hermit crabs of the genus *Paguristes* (Crustacea: Decapoda: Diogenidae) from the western atlantic. Part I. The *Paguristes tortugae* complex, with notes on variation. *Bulletin of Marine Science* 24: 165 – 234.
- Mitchell, K. A. 1975. An analysis of shell occupation by two sympatric species of hermit crab. I. Ecological factors. *Biological Bulletin* 149: 205 – 213.
- Montoya, M. J. 1998. Helminthofauna de *Dominator maculatus* (Pisces: Eleotridae) de la Laguna de Alvarado, Veracruz. México. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 80 pp.
- Morán, G. D. 2005. Estimación de los tiempos de residencia en la Laguna de Términos, Campeche. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. 154 pp.
- Morris, J. G. 1987. Fisicoquímica para biólogos: Conceptos básicos para las facultades de medicina, farmacia y biología. Reverté, S. A. 389 pp.
- Nava, U. E. 2005. Estudio geomorfológico de la región hidrográfica de la laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. 173 pp.

Negreiros-Fransozo, M. L., A. Fransozo & N. J. Hebling. 1991. Estrutura populacional e determinação do tamanho da concha ocupada por quatro espécies de ermitões (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral de São Paulo. *Biotemas* 4(2):135 – 148.

Negreiros-Fransozo, M. L., E. Barba, A. J. Sánchez, A. Fransozo, A. Raz-Guzman. 1996. The species of *Hippolyte* Leach (Crustacea, Caridea, Hippolytidae) from Terminos Lagoon, southwestern Gulf of Mexico. *Revista Brasileira de Zoología* 13(3):539 – 551.

Ocaña-Luna, A., G. Hernández-Batún & M. Sánchez-Ramírez. 2009. Abundancia y distribución de juveniles de *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891), *F. duorarum* (Burkenroad, 1939) y *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Hidrobiológica* 18(3):199 – 208.

Ocaña-Luna A., G. Hernández-Batún y M. Sánchez-Ramírez. 2008. Abundancia y distribución de juveniles de *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891), *F. duorarum* (Burkenroad, 1939) y *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Hidrobiológica* 18 (3): 199-208.

Osorno, J. L., L. Fernández-Casillas & C. Rodríguez-Juárez. 1998. Are hermit crabs looking for light and large shells?: Evidence from natural and field induced shell exchanges. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 222:163–173.

Pechenik, J. A. & S. Lewis. 2000. Avoidance of drilled gastropod shells by the hermit crab *Pagurus longicarpus* at Nahant, Massachusetts. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 253:17 – 32.

Peláez, A. T. 1993. Reclutamiento de las megalopas de *Pachygrapsus gracilis* (Crustacea: Decapoda) en las bocas de comunicación de la Laguna de Alvarado y la Laguna Camaronera, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 56 pp.

Portilla, G. L. 1989. Aspectos taxonómicos y ecológicos de los moluscos bentónicos en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. 55 pp.

Provenzano, A. J., Jr. 1959. The shallow-water hermit crabs of Florida. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 9(1):347 – 420.

Ramírez, M. I. 2006. Aspectos biológicos de los camarones peneidos (Crustacea, Penaeidae) juveniles de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.

Raz-Guzman, A. 1995. Caracterización trófica de los componentes dominantes de las comunidades bentónicas en Laguna de Términos, Campeche y en la plataforma continental adyacente. Tesis de Doctorado. Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México. 66 pp.

Raz-Guzman, A. & A. Cid. sometido. Uso de prácticas tradicionales artesanales como alternativa sustentable en la pesquería de camarón en lagunas costeras (Laguna de Tamiahua y Laguna Madre).

Raz-Guzman, A. & A. J. Sánchez. 1992a. Registros adicionales de cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura) de Laguna de Términos, Campeche. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 63(1):29 – 45.

Raz-Guzman, A. & A. J. Sánchez. 1992b. Registros adicionales de cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura) del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 63(2):273 – 277.

Raz-Guzman, A. & A. J. Sánchez. 1996a. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros (Crustacea) de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos 31. 52 pp.

Raz-Guzman, A. & A. J. Sánchez. 1996b. Trophic structure related to seagrass habitat complexity:241 – 248. *In: Kuo, J., R.C. Phillips, D.I. Walker & H. Kirkman (Eds). Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop. Rottneest Island, Western Australia. 25 – 29 Enero, 1996. The University of Western Australia. 385 pp.*

Raz-Guzman, A. & A. J. Sánchez. 1998. Catálogo con sinonimias y notas sobre el hábitat de los cangrejos ermitaños estuarinos del suroeste del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 14(26):17 – 31.

Raz-Guzman, A., A. J. Sánchez & L. A. Soto. 1992b. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de Laguna de Alvarado, Veracruz, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos 14. 51 pp.

Raz-Guzman, A., A. J. Sánchez, L. A. Soto & F. Álvarez. 1986. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros de la Laguna de Términos, Campeche (Crustacea: Brachyura, Anomura). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 57(2):343 – 383.

Raz-Guzman, A., A. J. Sánchez, P. Peralta & R. Florido, 2004. Zoogeography of hermit crabs (Decapoda: Diogenidae, Paguridae) from four coastal lagoons in the Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 24(4):625 – 636.

Raz-Guzman, A. & E. Barba. 2000. Seagrass biomass, distribution and associated macrofauna in southwestern Gulf of Mexico coastal lagoons. *Biologia Marina Mediterranea* 7(2):271 – 274.

Raz-Guzman, A. & G. de la Lanza. 1991. Evaluation of photosynthetic pathways of vegetation, and of sources of sedimentary organic matter through $\delta^{13}\text{C}$ in Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 62(1):39 – 63.

Raz-Guzman, A. & G. de la Lanza. 1993. $\delta^{13}\text{C}$ of zooplankton, decapod crustaceans and amphipods from Laguna de Términos, Campeche (Mexico), with reference to food sources and trophic position. *Ciencias Marinas* 19(2): 245 – 264.

Raz-Guzmán, A., G. de la Lanza & L. A. Soto. 1992a. Caracterización ambiental y $\delta^{13}\text{C}$ del sedimento, detrito y vegetación del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 40(2):215 – 225.

Raz-Guzmán, A., G. de la Lanza & L. A. Soto. 1993. Caracterización isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) de la carcinofauna del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 41(1):73 – 80.

Raz-Guzman, A. & L. Huidobro. 2002. Fish communities in two environmentally different estuarine systems of Mexico. *Journal of Fish Biology* 61(suppl. A):182 – 195.

Reguero, M. 1994. Estructura de la comunidad de moluscos en las lagunas costeras de Veracruz y Tabasco, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 280 pp.

Reguero, M. 2002. Molluscs of Laguna Madre, Tamaulipas, México. Programs and Abstracts of 105th Annual Meeting of the Texas Academy of Science (February 28 – March 2, 2002). Texas A&M International University, Laredo, Texas. Texas Academy of Science.

Reguero, M. & A. García-Cubas. 1989. Moluscos de la Laguna de Alvarado, Veracruz: sistemática y ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 16:279 – 306.

Reguero, M. & A. García-Cubas. 1991. Moluscos de la Laguna Camaronera, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 18:1 – 23.

Reese, E. S. 1962. Shell selection behaviour of hermit crabs. *Animal Behaviour* 10:347 – 360.

Reese, E. S. 1969. Behavioral adaptations of intertidal hermit crabs. *American Zoologist* 9:343 – 355.

Reigada, A. L. D. & S. Santos. 1997. Biología e relação com a concha em *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Diogenidae) em São Vicente, SP, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia do Paraná* 40(4):941 – 952.

Reséndez, A. & A. Kobelkowski. 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 8(15): 91 – 110.

Rodrigues, L., D. W. Dunham & K. A. Coates. 2000. Shelter preferences in the endemic bermudian hermit crab, *Calcinus verrilli* (Rathbun, 1901) (Decapoda, Anomura). *Crustaceana* 73(6):737 – 750.

Román-Contreras, R. 1986. Comportamiento nictimeral de crustáceos decápodos en la boca de estero pargo, Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 13(2): 149 – 158.

Romero, R. J. 2004. Interacciones biológicas de *Bopyrina abbreviata* (isopoda: Bopyridae) y su hospedero *Hippolyte zostericola* (DECAPODA: Hippolytidae) en la laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 51 pp.

Ruíz, C. A. 1991. Bacteriología de moluscos bentónicos y sus bancos de extracción en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de Grado. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. 135 pp.

Ruíz, A. 2006. Edad y crecimiento del cazón de ley *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson, 1836) en áreas adyacentes a la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 62 pp.

Sánchez, A. J., A. Raz-Guzman & E. Barba. 1996. Habitat value of seagrasses for decapods in tropical coastal lagoons of the southwestern Gulf of Mexico: An overview:233 – 240. *In*: Kuo, J., R. C. Phillips, D. I. Walker & H. Kirkman (Eds). *Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop*. Rottneest Island, Western Australia. 25 – 29 Enero, 1996. The University of Western Australia. 385 pp.

Sánchez, A. J. & A. Raz-Guzman. 1997. Distribution patterns of tropical estuarine brachyuran crabs in the Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 17(4):609 – 620.

Sánchez, A. J. & L. A. Soto. 1993. Distribución de camarones inmaduros (Decapoda: Penaeidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 41:81 – 88.

Sant'Anna, B. S., C. M. Zangrande, A. L. D. Reigada & M. A. A. Pinheiro. 2006. Shell utilization pattern of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Crustacea, Anomura) in an estuary at São Vicente, State of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre 96(2):261 – 266.

Sato, M. & G. Jensen, 2005. Shell selection by the hermit crab, *Pagurus hartae* (McLaughlin & Jensen, 1996) (Decapoda, Anomura). *Crustaceana* 78(6):755 – 760.

Schmidtsdorf, P. 2009. Contribución al conocimiento de los cangrejos ermitaños (Crustacea: Decapoda: Anomura) de las familias Diogenidae y Paguridae de la Laguna Términos, Campeche, México. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 47 pp.

Siliceo del Barrio, D. 2009. Distribución y ocupación de conchas de gasterópodos por el cangrejo ermitaño *Calcinus californiensis* en Troncones, Guerrero. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 48 pp.

Scully, E. P. 1983. The behavioral ecology of competition and resource utilization among hermit crabs. 23-55. *In*: Rebach S. & D. W. Dunham (Eds). *Studies in Adaptation. The Behavior of Higher Crustacea*. John Wiley & Sons, EUA. 282 pp.

Taylor, P. R. 1981. Hermit crab fitness: the effect of shell condition and behavioral adaptations on environmental resistance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 52:205–218.

Thurman II, C. L. 1987. Fiddler crabs (genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* 53:94 – 105.

Tunberg, B. G., W. G. Nelson & G. Smith. 1994. Population ecology of *Pagurus maclaughlinae* García-Gómez (Decapoda: Anomura: Paguridae) in the Indian River Lagoon, Florida. *Journal of Crustacean Biology* 14:686 – 699.

Tunnell, J. R. & W. Judd. 2002. Laguna Madre of Texas and Tamaulipas. College Station: Texas A&M University. USA. 343 pp.

Turra, A. & F. P. Leite. 2000. Population biology and growth of three sympatric intertidal hermit crabs in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 80:1061 – 1069.

Turra, A. & F. P. Leite. 2001. Shell utilization patterns of a tropical rocky intertidal hermit crab assemblage: I. The case of Grande Beach. *Journal of Crustacean Biology* 21(4):393-406.

Turra, A. & M. R. Denadai. 2002. Substrate use and selection in sympatric intertidal hermit crab species. *Brazilian Journal of Biology* 62(1):107 – 112.

Turra, A., J. O. Branco & F. X. Souto. 2002. Population biology of the hermit crab *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758) in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(4):1043 – 1051.

Valdéz, V. O. 2002. Estudio taxonómico de cangrejos ermitaños de las superfamilias Coenobitoidea y Paguridae (Crustacea: Decapoda: Anomura) de aguas someras del litoral de Quintana Roo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 101 pp.

Vargas M. L., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua-Linares. 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la Isla del Carmen, Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 8(1): 241 – 266.

Vance, R. 1972a. Competition and mechanism of coexistence in three sympatric species of intertidal hermit crabs. *Ecology* 53:1062 – 1074.

Vance, R. 1972b. The role of shell adequacy in behavioral interactions involving hermit crabs. *Ecology* 53(6): 1075 – 1083.

Wada, S., H. Ohmori, S. Goshima & S. Nakao. 1997. Shell-size preference of hermit crabs depends on their growth rate. *Animal Behaviour* 54:1 – 8.

Williams, A. B. 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 550 pp.

Williams, J. D. & J. J. McDermott. 2004. Hermit crab biocoenoses: a worldwide review of the diversity and natural history of hermit crab associates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 305:1 – 128.

Winfield, A. I. C. 1999. Peracáridos (crustácea) asociados a praderas de pastos marinos (*Ruppia maritima*) del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz: un análisis ecológico espacio-temporal. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 80 pp.

Yáñez-Arancibia, 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor, S.A. México. 189 pp.

Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, P. Chavance & F. D. Hernández. 1988. Comportamiento ambiental de la Laguna de Términos. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Coastal Ecology Institute. Louisiana State University. Editorial Universitaria, México. Cap. 2:27 – 48. 518 pp.

Young, A. M. 1976. Desiccation tolerances for three hermit crab species *Clibanarius vittatus* (Bosc), *Pagurus pollicaris* Say and *P. longicarpus* Say (Decapoda, Anomura) in the North Inlet Estuary, South Carolina, U.S.A. *Estuarine and Coastal Marine Science* 4:117 – 122.

ANEXOS

ANEXO 1: DATOS MORFOMÉTRICOS DE CANGREJOS ERMITAÑOS

Especie de cangrejo	Sexo	LE (mm)	AE (mm)	PH (g)
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	11	13	7.36
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	2.5	2	0.06
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	1.5	1	0.001
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	2	2	0.02
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	2	1.5	0.03
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	1	1.25	0.02
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	6	5.5	0.82
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	14	11	13
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	10	8	4.91
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	2.5	2	0.345
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	3.5	3	1.023
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	6	5.5	2.457
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	6	5.5	2.457
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	3	3	0.971
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	5.5	5	1.295
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	6	5.5	1.27
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	7	6	1.9
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	12	9	5.34
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	12	10.5	7.08
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	11	9.5	7.65
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	14	11.5	14.41
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	14	11.5	12.33
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	6	4.5	1.47
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	8	7	3.01
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	8	7	3.69
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	9	7	3.81
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	9	7	3.24
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	15	12	15.01
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	4	3	0.28
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	4	3	0.42
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	5	4	0.65
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	3	2	0.17
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	8	6	3.05
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	7	5.5	1.47
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	4	3.5	0.32

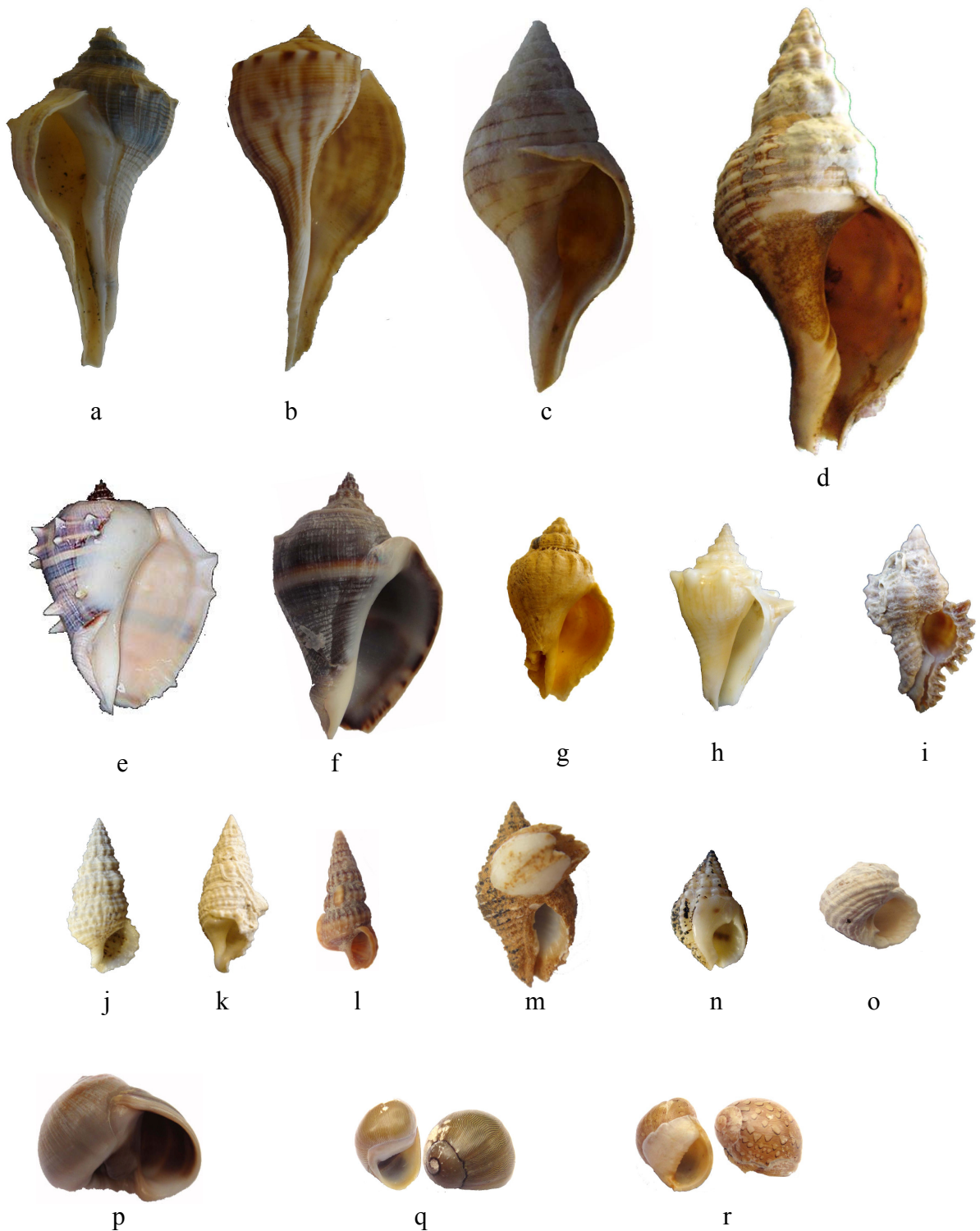
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	7	5	1.25
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	8	6.5	2.27
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	6.5	5	1.28
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	4	3	0.18
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	1.5	1	0.04
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	1.5	1	0.01
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	2	1.5	0.05
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	9.5	8	5.27
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	6	5	1.16
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	7	6	2.54
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	7.5	6.5	2.78
<i>Clibanarius vittatus</i>	H	11	9	7.1
<i>Clibanarius vittatus</i>	M	8.5	7.5	5.96
<i>Petrochirus diogenes</i>	M	22	22.5	30.5
<i>Petrochirus diogenes</i>	H	19	18.5	28
<i>Paguristes hummi</i>	H	7.5	7	3.25
<i>Paguristes tortugae</i>	M	3.5	2.5	0.13
<i>Paguristes tortugae</i>	H	5	4	0.41
<i>Paguristes tortugae</i>	H	3.5	2.5	0.16
<i>Paguristes hernancortezi</i>	M	3	2	0.06
<i>Pagurus annulipes</i>	M	2.5	1.5	0.01
<i>Pagurus annulipes</i>	H	1	1.25	0.007
<i>Pagurus annulipes</i>	M	1.5	1.5	0.05
<i>Pagurus annulipes</i>	M	2.5	2	0.11
<i>Pagurus criniticornis</i>	H	0.5	0.5	0.008
<i>Pagurus criniticornis</i>	M	3.2	1.8	0.12
<i>Pagurus maclaughlinae</i>	M	4.2	4	0.92
<i>Pagurus maclaughlinae</i>	M	1.5	1	0.017
<i>Pagurus maclaughlinae</i>	M	1.6	1	0.013
<i>Pagurus maclaughlinae</i>	H	2	1.5	10.016
<i>Pagurus longicarpus</i>	M	2.5	2	0.1
<i>Pagurus longicarpus</i>	M	3	1.5	0.03
<i>Pagurus longicarpus</i>	H	3	1.5	0.01
<i>Pagurus longicarpus</i>	H	4	4.5	0.25
<i>Pagurus pollicaris</i>	M	4.5	4	0.46
<i>Pagurus pollicaris</i>	H	4	3	0.62
<i>Pagurus pollicaris</i>	M	3.5	3	0.26

ANEXO 2: DATOS MORFOMÉTRICOS DE CONCHAS DE GASTERÓPODOS

Especie de concha	ALT (mm)	AM (mm)	ALE (mm)	DIÁM (mm)	PC (g)	VOL (ml)
<i>Busycon contrarium</i>	64	37	0.5	166.5	19.644	7.823
<i>Busycon contrarium</i>	43	20	1	91	5.181	1.098
<i>Busycon contrarium</i>	60	37	0.5	364	28.706	7.526
<i>Busycon contrarium</i>	69	41	0.8	448	33.312	9.434
<i>Busycon contrarium</i>	42	19	0.5	112	5.108	1.13
<i>Busycon spiratum plagosum</i>	77	43	0.3	476	21.785	13.299
<i>Busycon spiratum plagosum</i>	91	45	0.1	999	20.971	18.01
<i>Cantharus mollis</i>	28	15	1	32	3.245	0.73
<i>Cerithidea pliculosa</i>	19	8.5	0.05	15	0.395	0.094
<i>Cerithidea pliculosa</i>	13	7	0.05	12.5	0.501	0.0238
<i>Cerithidea pliculosa</i>	18	8	0.5	15.5	0.862	0.1328
<i>Cerithidea pliculosa</i>	12	7	0.05	12	0.485	0.0116
<i>Cerithidea pliculosa</i>	16	7	0.05	12.5	0.406	0.0845
<i>Cerithium atratum</i>	23	10	0.5	45	0.73	0.125
<i>Cerithium atratum</i>	20.5	7	0.3	150	0.409	0.07
<i>Cerithium atratum</i>	33.5	11.5	1	44	1.89	0.624
<i>Cerithium atratum</i>	16	8.5	0.3	21	0.381	0.169
<i>Cerithium atratum</i>	16	5	0.15	107	0.325	0.05
<i>Cerithium atratum</i>	22.5	10	0.5	55	0.543	0.132
<i>Cerithium atratum</i>	22	10	0.4	43	0.78	0.115
<i>Cerithium atratum</i>	20	6	0.2	130	0.396	0.06
<i>Cerithium lutosum</i>	14	6.5	0.5	15	0.1732	0.042
<i>Cerithium lutosum</i>	13	5.5	0.5	15	0.204	0.028
<i>Cerithium lutosum</i>	12	6	0.5	15	0.166	0.025
<i>Cerithium lutosum</i>	15	7	0.5	24	0.258	0.076
<i>Coralliophila caribea</i>	48	32	1.5	190	11.352	4.157
<i>Fasciolaria liliun branhame</i>	35	16	0.05	60.5	2.507	1.05
<i>Fasciolaria liliun branhame</i>	66	28	0.4	231	16.257	3.8
<i>Fasciolaria liliun branhame</i>	61	34	1.3	312	15.798	6.596
<i>Fasciolaria liliun branhame</i>	70	30	0.2	392	18.871	8.842
<i>Fasciolaria liliun branhame</i>	79	39	0.5	400	20.237	10.79
<i>Melongena corona bispinosa</i>	158	60	1.5	1350	85.603	63.748
<i>Melongena melongena</i>	74	49	0.5	756	41.178	22.656
<i>Melongena melongena</i>	88	57	1	1000	59.922	34.316
<i>Melongena melongena</i>	84	55.5	1.5	984	76.419	32.961
<i>Melongena melongena</i>	100.6	75	1.7	1674	138.3	60.978

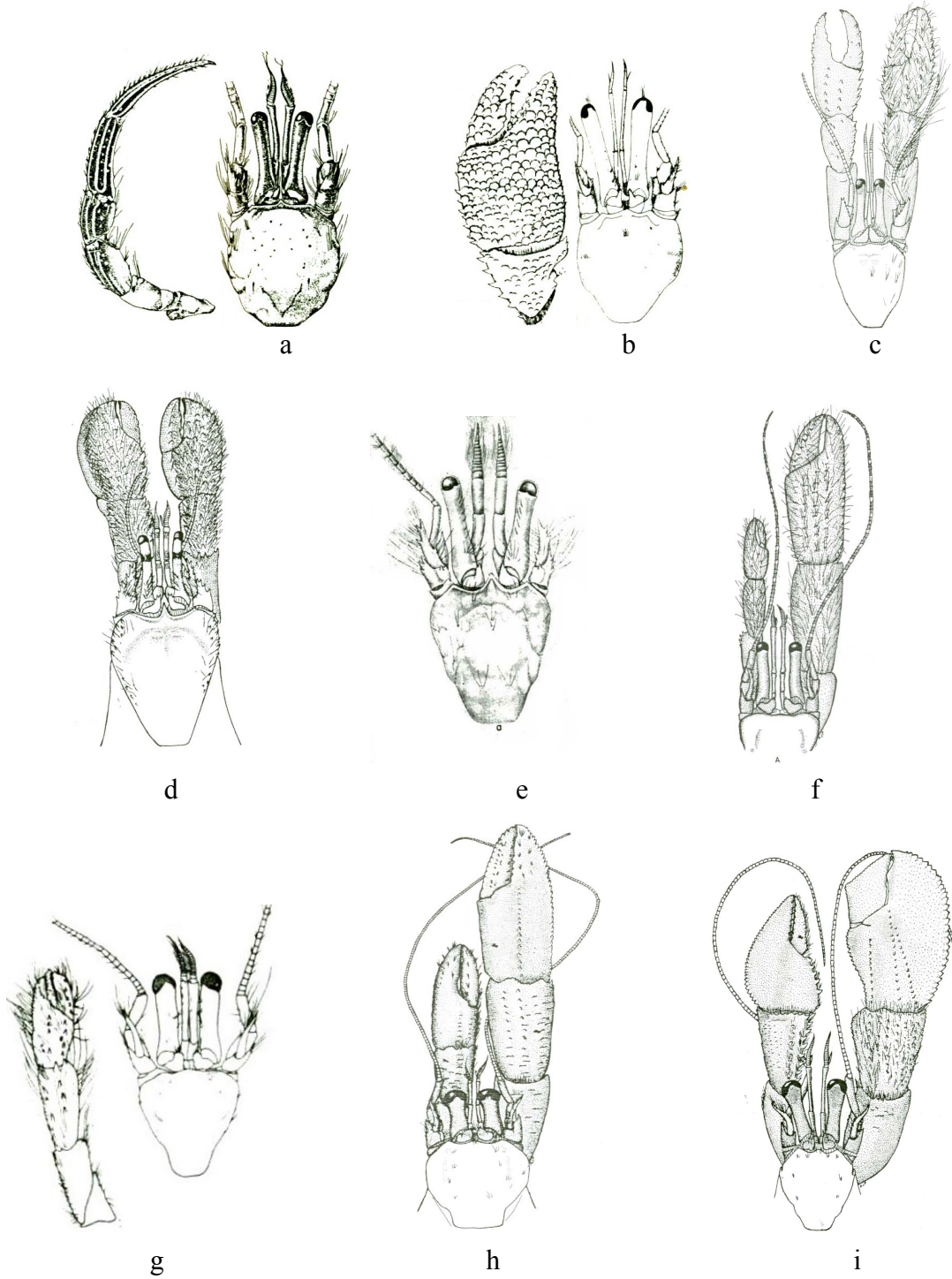
<i>Melongena melongena</i>	100.2	72	1.5	1500	142.85	58.571
<i>Melongena melongena</i>	82	56	1	946	78.259	26.778
<i>Melongena melongena</i>	13	72	0.4	1479	122.7	62.282
<i>Modulus modiolus</i>	1.5	2.5	0.05	3.17	0.044	0.022
<i>Modulus modiolus</i>	6.5	8.5	0.2	13.7	0.191	0.099
<i>Modulus modiolus</i>	11	12	0.4	22.5	0.572	0.155
<i>Murex dilectus</i>	25	10	1	1.5	1.583	0.246
<i>Murex dilectus</i>	39	20	0.3	54	5.281	1.22
<i>Nassarius vibex</i>	11.5	7	0.2	4.5	0.247	0.045
<i>Neritina reclinata</i>	33	30.5	1	234	1.674	0.252
<i>Neritina reclinata</i>	57	53	1	588	2.357	0.476
<i>Neritina reclinata</i>	57	53	1	588	2.357	0.476
<i>Neritina reclinata</i>	54	49	1	442	1.957	0.358
<i>Neritina virginea</i>	10	9	0.5	18	0.441	0.082
<i>Neritina virginea</i>	21	19.5	0.7	99	1.203	0.198
<i>Neritina virginea</i>	31	28	1	245	1.439	0.2
<i>Neritina virginea</i>	9	8	0.2	12.5	0.265	0.106
<i>Pleuroploca gigantea</i>	177	73	1.4	1440	137	80.435
<i>Polinices duplicatus</i>	16.5	23	1	90	4.167	1.094
<i>Polinices duplicatus</i>	26	27.5	1.5	112	10.383	2.469
<i>Polinices duplicatus</i>	29	38	1.5	336	16.582	5.774
<i>Polinices duplicatus</i>	31	32.5	0.4	240	10.042	3.898
<i>Polinices duplicatus</i>	41	43	0.5	405	19.525	11.175
<i>Polinices duplicatus</i>	37	44	0.5	493	20.298	9.568
<i>Polinices duplicatus</i>	45	47	0.5	540	27.577	17.536
<i>Polinices duplicatus</i>	45	47	0.5	510	27.698	11.252
<i>Polinices duplicatus</i>	17	22	0.3	96	2.929	0.969
<i>Polinices duplicatus</i>	43.5	51	1	650	32.94	14.543
<i>Polinices duplicatus</i>	13	17	0.05	34	1.87	0.509
<i>Polinices duplicatus</i>	25	30	0.05	165	8.132	2.326
<i>Polinices duplicatus</i>	37	41	0.05	333.5	23.313	6.642
<i>Polinices duplicatus</i>	26	29.5	0.05	126	9.597	1.919
<i>Polinices duplicatus</i>	20	23	0.7	80.5	4.101	1.022
<i>Polinices duplicatus</i>	20	23	0.5	91	5.16	1.354
<i>Strombus alatus</i>	38	22	0.2	90	5.581	2.035

ANEXO 3: ESPECIES DE CONCHAS DE GASTERÓPODOS



a) *Busycon contrarium*; b) *Busycon spiratum plagosum*; c) *Fasciolaria liliun branhame*; d) *Pleuroploca gigantea*; e) *Melongena corona bispinosa*; f) *Melongena melongena*; g) *Coralliophila caribaea*; h) *Strombus alatus*; i) *Murex dilectus*; j) *Cerithium atratum*; k) *Cerithium lutosum*; l) *Cerithidea pliculosa*; m) *Cantharus mollis*; n) *Nassarius vibex*; o) *Modulus modulus*; p) *Polinices duplicatus*; q) *Neritina reclivata*; r) *Neritina virginea*.

ANEXO 4: ESPECIES DE CANGREJOS ERMITAÑOS ESTUARINOS



a) *Clibanarius vittatus* (Williams, 1984); b) *Petrochirus diogenes* (Williams, 1984); c) *Paguristes hummi* (Provenzano, 1959); d) *Paguristes tortugae* (Provenzano, 1959); e) *Paguristes hernancortezi* (McLaughlin & Provenzano, 1974); f) *Pagurus annulipes* (Provenzano, 1959); g) *Pagurus maclaughlinae*; h) *Pagurus longicarpus* (Provenzano, 1959); i) *Pagurus pollicaris* (Provenzano, 1959).