



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Fecundidad de los cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura),
en el arrecife La Perla del Golfo, Veracruz, México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O
P R E S E N T A:**

Alejandro Monterrosas Márquez



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

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Monterrosas

Márquez

Alejandro

21575179

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

306263309

2. Datos del tutor

Dr.

Fernando

Álvarez

Noguera

3. Datos del sinodal 1

M. en C.

Gema Yolanda

Armendáriz

Ortega

4. Datos del sinodal 2

Dra.

Guillermina

Alcaraz

Zubeldia

5. Datos del sinodal 3

Dra.

María de la Luz

Espinosa

Fuentes

6. Datos del sinodal 4

M. en C.

José Luis

Bortolini

Rosales

7. Datos del trabajo escrito

Fecundidad de los cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura), en el arrecife La Perla del Golfo, Veracruz, México.

69 pp.

2018

Agradecimientos

Agradezco al Instituto de Biología por todas las facilidades que me permitió en mi estancia durante la licenciatura. Ahí conocí muchas nuevas cosas y a muchas nuevas personas maravillosas.

Agradezco a la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), por brindarme todas las facilidades, por facilitar los ejemplares y por todo lo que ahí aprendí en mi estadía por la universidad. Es invaluable que lugares como estos, fuentes de conocimiento, estén funcionales y siempre abiertos a los estudiantes.

Agradezco a la estación biológica “Los Tuxtlas”, por todas las facilidades brindadas en los muestreos, por el préstamo de su laboratorio y todas sus instalaciones siempre con infinita amabilidad e interés en los estudiantes.

Quiero extender un agradecimiento muy especial a la M. en C. Gema Yolanda Armendáriz Ortega, por todos sus consejos y su gran ayuda en la dirección de esta tesis; por todos los conocimientos brindados y la gran atención que recibí en cada momento que lo necesité; por todo el tiempo invertido, por la interminable paciencia y por la amistad que fue extendida desde el primer instante; por esa confianza que depositaste en mí aún sin conocerme y por todo el crecimiento personal que ayudaste a construir en mí.

Agradezco muy especialmente al Dr. Fernando Álvarez, por su invaluable ayuda a lo largo de todo el proceso de tesis, por el gran conocimiento que dejó en mí, por cada uno de los consejos y recomendaciones pero particularmente por ser un ejemplo de superación.

Al Dr. José Luis Villalobos, por toda su ayuda en la identificación de los organismos, por el tiempo invertido en enseñarme, por toda la paciencia y comentarios brindados y por su gran bondad hacia nosotros, los estudiantes.

Agradezco a Betel Martínez Guerrero, por su ayuda brindada en la identificación de los organismos, así como a su paciencia y tiempo.

Agradezco muy especialmente a Olinka Cortés, por toda la ayuda, los consejos, la amistad brindada y sobre todo por ser mi guía en los malos momentos. Sin ti, nada de esto sería posible.

A Aarón García y a Sergio Benítez, por ayudarme en la toma de muestras mediante buceo libre. Realmente su apoyo fue invaluable en este trabajo y sé que sin él, los muestreos hubieran sido imposibles.

Agradezco a todas las personas de la colección nacional de crustáceos, compañeros de aula, de viaje o de laboratorio, que me brindaron su apoyo en la realización de este trabajo: Alma, Angélica, Adriana, Brenda, Cecilia, Erick, Ia, Jorge, Magdalena, Oscar, Salvador, Uziel, y a todas las personas que pueda haber omitido. A veces es imposible nombrarlos a todos pero tengan por seguro que nada de esto hubiera sido posible de no ser por ustedes y su apoyo, ya sea ayudándome a llevar muestras, con los buceos, con la separación de muestras, con la identificación o brindándome palabras de apoyo en los momentos más oscuros.

A mi maestro de buceo Jack Baron Tapia, por todas las enseñanzas y el conocimiento tan valioso que dejó en mí. Sin él no sería la persona que soy hoy en día y sin duda esta tesis no hubiera sido posible. Me enseñó a enfrentar lo desconocido con una actitud siempre de entereza y sin miedo alguno, por él incursioné en el deporte y aprendí que uno puede ser la persona que siempre añoró con base en el trabajo duro (físico y mental). Nunca acabaré de agradecerte, Jack, por todo lo que me diste.

Quiero agradecer infinitamente a mi familia, empezando con mis padres, Gustavo Monterrosas y Asunción Márquez, su apoyo durante todo el proceso fue constante y abundante. No tengo palabras para agradecer todo lo que me han dado y lo único que me queda por hacer es honrarlos viviendo acorde a los valores y principios que me han inculcado. Gustavo Monterrosas Jr. y Erick Monterrosas son y serán un ejemplo a seguir en mi formación académica y de vida, los amo infinitamente.

A Mauricio Rizo, Elena Rosales y Giselle Sánchez, por su constante apoyo en los buenos y malos momentos. Por cada una de las veces que reímos, lloramos, perdimos o ganamos. Sé que ustedes estarán ahí a pesar de cualquier circunstancia. Este logro es tan suyo como mío. Nunca olviden que los llevo muy dentro de mí.

A Sofía Saulés, ya que sin ti y todo el amor y apoyo que siempre me diste, no hubiera sido lo mismo nada de este proceso. Te agradezco las palabras de apoyo y el que siempre hayas creído en mí, aún en las veces en las que ni yo mismo lo hacía. Gracias por tus cuidados pero sobre todo gracias por maravillarte de la vida junto a mí.

Índice

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
¿Qué es un crustáceo?	3
Crustáceos decápodos	4
Decápodos porcelánidos	4
Fecundidad y esfuerzo reproductivo	8
JUSTIFICACIÓN	10
ANTECEDENTES	11
OBJETIVOS	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Particulares.....	14
ÁREA DE ESTUDIO	15
MATERIAL Y MÉTODO	18
Trabajo de campo	18
Trabajo de laboratorio	18
RESULTADOS	21
Clasificación taxonómica y descripción de las especies	21
Conflictos en la determinación taxonómica de las especies.....	35
Abundancia de especies.....	37
<i>Total</i>	37
<i>Por muestreo</i>	37
Hembras ovígeras, hembras y machos	38
Proporción sexual	41
<i>Total</i>	41
Tallas	45
Fecundidad	49
DISCUSIÓN	56
Abundancia de especies.....	57
Proporción sexual	58
Tallas	59
Fecundidad	59
CONCLUSIONES	64
LITERATURA CITADA	65

RESUMEN

En este trabajo se determinaron las especies de cangrejos porcelánidos, su estructura poblacional, la proporción sexual, la fecundidad y periodos de reproducción en el arrecife de coral La Perla del Golfo, ubicado en el estado de Veracruz, México. Se realizaron un total de 10 muestreos en el arrecife en los meses de mayo y agosto de 2013; febrero, mayo, junio y agosto de 2014; abril y agosto de 2015; culminando con abril y agosto de 2016 donde la abundancia y riqueza específica de hembras ovígeras para cada muestreo fluctuó, siendo abril de 2015 el que presentó una mayor abundancia y una mayor riqueza específica de todos los meses. El número de la muestra poblacional fue de 325 individuos, con 54% de machos y 46% de hembras, los cuales pertenecen a cuatro géneros y 10 especies: *Megalobrachium soriatum*, *Neopisosoma angustifrons*, *Neopisosoma curacaoense*, *Pachycheles monilifer*, *Petrolisthes bolivarensis*, *Petrolisthes galathinus*, *Petrolisthes jugosus*, *Petrolisthes rosariensis*, *Petrolisthes* sp. 1 y *Petrolisthes* sp. 2. Se contabilizaron los organismos por especie para determinar su abundancia y la riqueza específica de la comunidad de porcelánidos muestreada siendo *P. rosariensis* la que presentó la mayor abundancia. La proporción sexual obtenida se comparó contra una proporción esperada de 1 macho : 1 hembra la cual no difirió significativamente en este estudio ($X^2 = 2.58$, $p < 0.05$), teniendo en cuenta que se tuvieron 177 machos y 148 hembras. Se midió el largo y el ancho del caparazón de todos los organismos y se determinó que las especies de porcelánidos en este arrecife van desde los 1.8 mm hasta los 9.7 mm. Finalmente se hizo un conteo de huevos en hembras ovígeras mediante la separación de los mismos. Según diversos autores las variaciones de la fecundidad se relacionan y controlan a los procesos de reclutamiento de una población además de explicar la dinámica poblacional en cangrejos e inferir patrones en la historia de vida de una especie. Por lo tanto se esperaba ver distintos patrones reproductivos, de estructura poblacional e incluso de historias de vida en los cangrejos porcelánidos de éste arrecife.

Palabras clave: Estructura poblacional, abundancia, riqueza específica, fecundidad, proporción sexual.

ABSTRACT

In this work, the species of porcellanid crabs, their population structure, sex ratio, fecundity and reproduction periods were determined in the coral reef La Perla del Golfo, located in the state of Veracruz, Mexico. A total of 10 samplings were made in the reef in the months of May and August of 2013; February, May, June and August 2014; April and August 2015; culminating with April and August 2016, where the abundance and specific richness of ovigerous females for each sampling fluctuated, with April 2015 being the one with the highest abundance and the highest specific richness of all the months. The number of the population sample was 325 individuals, with 54% of males and 46% of females, which belong to four genera and 10 species: *Megalobrachium soriatum*, *Neopisosoma angustifrons*, *Neopisosoma curacaoense*, *Pachycheles monilifer*, *Petrolisthes bolivarensis*, *Petrolisthes galathinus*, *Petrolisthes jugosus*, *Petrolisthes rosariensis*, *Petrolisthes* sp. 1 and *Petrolisthes* sp. 2. The organisms were counted by species to determine their abundance and the specific richness of the porcellanid community sampled, being *P. rosariensis* the one that presented the greatest abundance. The sexual proportion obtained was compared against an expected proportion of 1 male: 1 female which did not differ significantly in this study ($X^2 = 2.58$, $p < 0.05$), taking into account that there were 177 males and 148 females. The length and width of the carapace of all organisms was measured and it was determined that the porcellanid species in this reef range from 1.8 mm to 9.7 mm. Finally, eggs were counted in ovigerous females by separating them. According to different authors, variations in fertility are related to and control the recruitment processes of a population, in addition to explaining population dynamics in crabs and inferring patterns in the life history of a species. Therefore we would expect to see different reproductive patterns, population structure and even life stories in the porcellanid crabs of this reef.

Keywords: Population structure, abundance, specific richness, fecundity, sex ratio.

INTRODUCCIÓN

¿Qué es un crustáceo?

Los crustáceos son organismos invertebrados ubicados dentro del phylum Arthropoda. Se caracterizan por presentar un exoesqueleto de quitina impregnado con carbonato de calcio (CaCO_3). Presentan un cuerpo dividido en tres tagmas: Cephalón (cabeza), Pereión (tórax) y Pleón (abdomen). En algunos organismos, la cabeza y el abdomen están fusionados conformando así un cefalotórax. Los crustáceos ubican apéndices birrámeos compuestos de manera general de dos estructuras: endópodo y exópodo. Los apéndices presentes en la cabeza son anténulas, antenas, mandíbulas, maxílulas y maxilas (todas pareadas). El tórax presenta ocho pares de apéndices, los tres primeros se denominan maxilípedos, los cuales tienen como función la manipulación del alimento. Los siguientes cinco, son apéndices ambulatorios llamados pereiópodos. El abdomen presenta cinco apéndices ambulatorios denominados pleópodos y una sección terminal del cuerpo llamada telson (McLaughlin, 1980; Brusca y Brusca, 2003). Lo anterior caracteriza de manera general la tagmiosis de un crustáceo. Sin embargo, dependiendo del grupo se presentan modificaciones al patrón estructural básico.

De acuerdo a Ahyong *et al.* (2011), existen 66,731 especies de crustáceos en el mundo y, probablemente, cinco o seis veces más que aún no han sido reportadas. Sólo para el grupo de los decápodos, se tienen 14,825 especies registradas en el mundo. Presentan una alta diversidad de formas y tamaños y ocupan una gran variedad de hábitats. Los crustáceos se encuentran en todas las profundidades del mar, en agua dulce, en agua salobre y en ambientes terrestres. El tamaño va de 100 μm a 4 m, como el caso del cangrejo gigante de Japón *Macrocheira kaempferi*. Éstos organismos presentan además, gran valor económico al ser alimentos populares; así, es reconocida la importancia de las langostas, cangrejos y camarones (McLaughlin, 1980; Brusca y Brusca, 2003; Appeltans *et al.*, 2012; García-Madrigal *et al.*, 2012).

Crustáceos decápodos

Los crustáceos contenidos dentro del orden Decapoda Latreille, 1803, presentan gran diversidad de organismos marinos, de agua dulce y semiterrestres. Las características que los definen son: un caparazón desarrollado que contiene a las cámaras branquiales y los primeros tres pares de pereiópodos modificados como maxilípedos, los cinco pares restantes son apéndices ambulatorios generalmente. Éstos poseen una alta especialización de las partes bucales debido a los niveles tróficos que ocupan: filtradores, sedimentívoros, detritívoros, herbívoros, carnívoros o parásitos (McLaughlin, 1980; Guillén-Nieto, 1990). Con esta especialización, se tienen distintas modificaciones de los organismos, los suspensívoros poseen los maxilípedos como un abanico de cerdas que funcionan como un filtro; los carnívoros presentan maxilípedos fuertes y potentes. Los parásitos presentan una mayor modificación al tener los maxilípedos atrofiados o incluso carecer de ellos (McLaughlin, 1980; Guillén-Nieto, 1990).

La dieta en organismos filtradores, detritívoros o suspensívoros no es específica, ya que no hay una selección del alimento sino un filtrado. Sin embargo, ésto no es así para organismos parásitos o algunos depredadores; estos últimos, no eligen sus presas y se alimentan de poliquetos, moluscos y pequeños crustáceos. Los crustáceos decápodos desempeñan funciones importantes dentro de las cadenas tróficas por la gran multiplicidad de formas y la diversidad de patrones observados en ellos. Existen relaciones directas e indirectas que se establecen con otros organismos como la simbiosis y el comensalismo. La importancia ecológica de los crustáceos decápodos recae en la acelerada reintegración de materia orgánica producida por estos organismos (Guillén-Nieto, 1990).

Decápodos porcelánidos

La familia Porcellanidae Haworth, 1825, comprende a unas 280 especies divididas en 30 géneros y casi la mitad de éstos se reportan para el continente americano. Los crustáceos porcelánidos se asemejan a los verdaderos cangrejos sólo superficialmente, razón por la cual se conocen como falsos cangrejos, ya que el caparazón no está unido al tórax, sólo sostenido

por membranas, además el abdomen no está totalmente plegado por debajo del caparazón y no existe el dimorfismo sexual marcado en el abdomen (Figura 1). Los porcelánidos forman uno de los grupos de crustáceos decápodos mejor conocidos debido a la facilidad de acceso a los sitios donde habitan. La mayoría de las especies se localizan en la zona intermareal y submareal. La distribución geográfica de estos organismos va de zonas templadas a zonas tropicales localizándose en intersticios de coral vivo, algas, pedacera de coral muerto, debajo de rocas, arena, esponjas, incrustaciones de balánidos, conglomeraciones de anélidos o conchas vacías y en aguas estuarinas (Haig, 1956; Gore y Abele, 1976; Gore, 1977; Werding, 1977, 1982; Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera, 2005; Rodríguez *et al.*, 2005).

Los porcelánidos son organismos filtradores, para lo cual presentan el tercer maxilípodo modificado como un abanico de cerdas que utilizan para filtrar el agua reteniendo la materia orgánica y el plancton entre las cerdas (Figura 2). Son de talla pequeña, no sobrepasan los 60 mm de largo y ancho, presentan caparazón deprimido y el rostro no se extiende más allá de los ojos. El primer par de pereiópodos es quelado y fuerte, el quinto par es reducido y generalmente presente dentro de la parte dorso-posterior del caparazón. El abdomen es ancho y lo forman siete segmentos flexionados sobre el tórax; este último es denominado telson y junto con los urópodos forma un abanico con cinco o siete piezas calcificadas (Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera, 2005).

El ciclo de vida de estos organismos presenta estadios o fases larvarias antes de alcanzar el estadio adulto; pasan de ser organismos planctónicos a bentónicos. Éstos organismos presentan un estadio de prezoa, dos de zoea y un estadio de megalopa antes de llegar al estadio adulto (Figura 3). El ciclo de vida comienza con un huevo centrolécito. La cantidad y el volumen de la masa de huevecillos presente en las hembras serán dependientes de la capacidad abdominal de cada una de ellas (Dugan *et al.*, 1991; Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera, 2005).

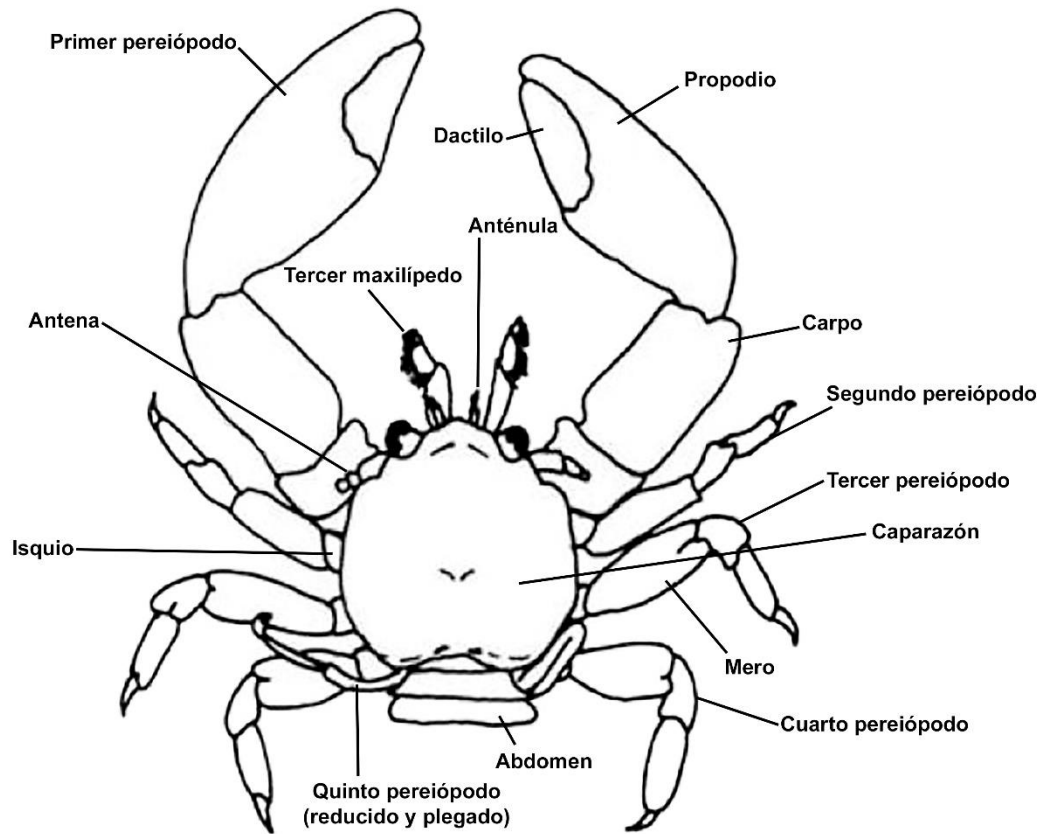


Figura 1. Vista dorsal de un cangrejo porcelánido. Tomado y modificado de Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera, 2005.



Figura 2. Vista dorsal de los terceros maxilípedos modificados como abanico en la familia Porcellanidae.

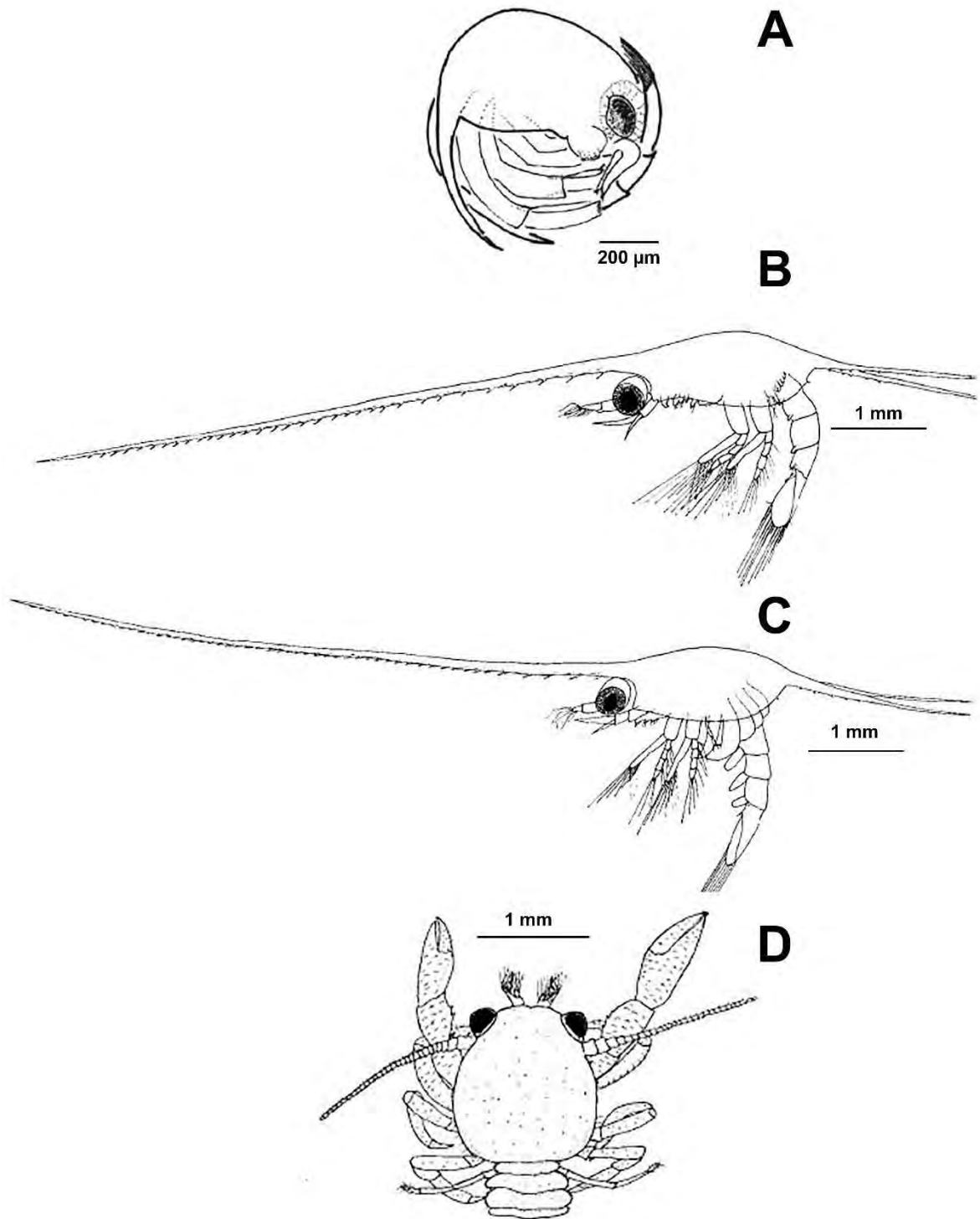


Figura 3. Estadios larvales de los porcelánidos. A) Prezoea sin cutícula de *Pachycheles chubutiensis*, B) Primera zoea de *Pachycheles haigae*, C) Segunda zoea de *Pachycheles haigae*, D) Megalopa de *Pachycheles haigae*. Tomado y modificado de Boschi *et al.* (1967) y de González-Pisani *et al.* (2006).

Fecundidad y esfuerzo reproductivo

Dentro del grupo de los crustáceos decápodos existe un gran número de estrategias de supervivencia que les han permitido el éxito en diversos hábitats. En los anomuros se presenta una gran diversidad en cuanto a la forma del cuerpo, además de la tendencia a la asimetría del abdomen, como en la familia Paguridae. En las familias que presentan forma de cangrejo, los braquiuros, el abdomen se encuentra plegado bajo el cefalotórax, pero a diferencia de éstos no existe una diferenciación entre hembras y machos ya que para ambos, el abdomen es membranoso y relativamente suave. El cuerpo de los cangrejos porcelánidos es deprimido, con lo cual pueden permanecer entre las rocas y el coral (McLaughlin, 1980; Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera, 2005). Esta morfología "aplanada" tiene repercusiones en cuanto al número de huevecillos que puede portar una hembra, de manera que se vuelve una pregunta interesante, el saber cómo varía la fecundidad de manera interespecífica en esta familia.

La biología reproductiva estudia los parámetros poblacionales de una especie, como puede ser su ciclo de vida, longevidad o mortalidad y calcula los parámetros reproductivos como la talla de primera madurez, el desove y la fecundidad. Éstos son aspectos fundamentales para la renovación de las poblaciones, así como para entender la dinámica en estas (Caddy, 1989; Hernáez y Palma, 2003). Los patrones reproductivos obedecen a condiciones ambientales, tales como: temperatura del agua, fotoperiodo y cantidad de alimento disponible, mientras que los estudios de fecundidad son importantes para conocer los patrones reproductivos de los organismos, ya que son esenciales en la dinámica poblacional (García-Montes *et al.*, 1987; Clarke, 1991; Villalejo-Fuerte *et al.*, 1999).

La fecundidad es un estimador del estado reproductivo de una población y se define como el número de huevos liberados por una hembra en un desove o en un determinado periodo en su ciclo de vida (Swartz, 1978; Jones y Simons, 1983; Palma y Arana, 1997; Hernáez, 2001). La fecundidad también puede definirse como el número de huevos contenidos en el abdomen de una hembra (Stechey y Somers, 1995). La fecundidad varía en crustáceos debido a factores como el tamaño de los organismos, de la especie y la edad de éstos (Kinne, 1970; Annala *et al.*, 1980; Civera y Cruz, 1982; Hernáez y Palma, 2003).

Se reconocen dos tipos de fecundidad, la fecundidad potencial y la fecundidad realizada. La fecundidad potencial supone el número de ovocitos que puede tener una hembra en el ovario, sin considerar cuáles son viables y cuáles no. La fecundidad realizada supone solo el número de ovocitos desovados, sin importar si hubo cuidado parental de éstos, si fueron fecundados o no (Civera y Cruz, 1982).

El patrón reproductivo de una especie está determinado por distintos factores como el número de huevos y el tamaño de estos. De esto, dependerá el éxito reproductivo el cual tiene como finalidad el perpetuar a los organismos (Hernández y Pinheiro, 2001; Figura 4).

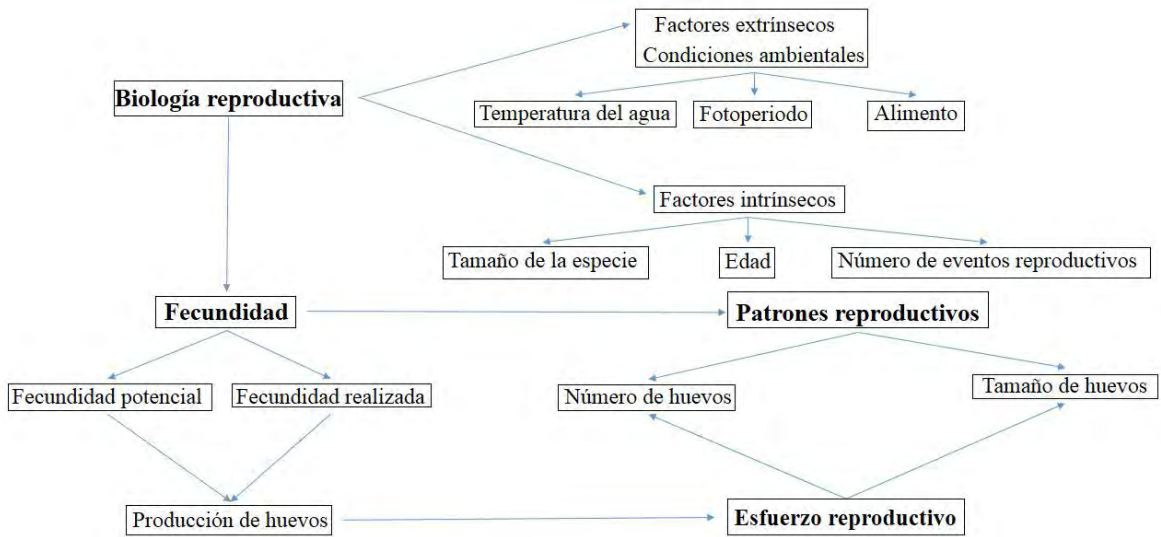


Figura 4. Esquema conceptual de las relaciones de los elementos que moldean la reproducción.

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la biodiversidad en México se encuentra aumentando día con día (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). Los arrecifes de coral son ecosistemas con una riqueza y diversidad muy alta. En estos ecosistemas se alberga una gran cantidad de especies, algunas de las cuales aún no son descritas. El arrecife coralino La Perla del Golfo, es el único que se encuentra en la parte sur del estado de Veracruz y podría estar contribuyendo al flujo de especies del Caribe mexicano (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013). Este arrecife se encuentra incluido en los sistemas arrecifales mexicanos bajo el nombre de Arrecife de los Tuxtlas con muy poca información y a excepción de un estudio faunístico de Mollusca, un par de estudios acerca de Ophiuroidea y un estudio sobre los arrecifes del suroeste del Golfo de México, no se tiene mayor información (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; Hernández-Pérez, 2015; López-Chávez, 2017).

El conocer las dinámicas presentes en la comunidad de porcelánidos enriquecería el conocimiento sobre esta área y los organismos que habitan en ella, facilitando su posterior estudio. Los porcelánidos, al igual que muchos otros crustáceos, se pueden encontrar en los arrecifes. Aparentemente las especies de porcelánidos presentes en este arrecife son similares, ya que cuentan con una morfología parecida e incluso comparten un mismo nicho, por esta razón resulta interesante estudiar cómo resuelve cada especie el problema de la inversión de energía para la producción de huevos.

Estudiar las características reproductivas como la fecundidad, la talla, la edad de madurez sexual, el volumen y el tamaño de los huevos es importante, ya que forman parte de las estrategias de la historia de vida de las especies. El estudio de la evolución de las historias de vida es la manera de observar cómo la selección natural ha ido moldeando los atributos de cada especie. Con estos atributos, podemos clasificar y entender cómo las especies pueden adaptarse ante cambios en el medio ambiente. Las variables demográficas como la fecundidad, tienen generalmente una respuesta inmediata ante cambios en el ambiente, de ahí que se pueda utilizar para el seguimiento de una especie.

ANTECEDENTES

Antezana *et al.* (1965), recabaron información biológica y ecológica de 28 especies de decápodos, incluidos cuatro géneros de porcelánidos en Valparaíso, Chile, mensualmente durante un año. Los autores obtuvieron información biológica relevante, relaciones ecológicas, proporción sexual, muda, fecundidad, desove y factores que lo influyen mediante la colecta mensual de 100 organismos de las especies más frecuentes y unos cuantos de las especies más escasas.

López *et al.* (1997), estudiaron la fecundidad, evaluada como número de huevos por cada hembra contenidos entre los pleópodos, y el esfuerzo reproductivo en una especie del género *Petrolisthes* en 1996 en Iquique, Chile. El número de huevos no mostró diferencias entre estadios embrionarios y fue dependiente de la talla de la hembra (Largo del Caparazón). Se cuantificó el esfuerzo reproductivo siendo de 10% y entre estadios embrionarios disminuyó significativamente.

Hernández (2001), analizó variaciones latitudinales de la biología de un cangrejo porcelánido del género *Petrolisthes* al norte de Chile. El autor muestreó en cinco localidades distribuidas entre las latitudes 18°33' S y 25°20' S y encontró que los valores promedios de fecundidad, volumen del huevo en etapas finales de ontogenia, rendimiento reproductivo y talla mínima de madurez sexual presentan una tendencia latitudinal: a menor latitud las tallas de maduración sexual aumentan, así como también el número de huevos.

Hernández y Pinheiro (2001), recolectaron hembras ovígeras de cuatro especies de dos géneros (*Petrolisthes* y *Allopetrolisthes*) cerca de la zona costera de Arica, Chile en 1999. Compararon su fecundidad y el gasto energético de reproducción. Se realizaron análisis de regresión lineal para saber si el largo y el ancho del caparazón estaban relacionados con el número de huevos. Las especies del género *Petrolisthes* producen huevos de mayor volumen que las del género *Allopetrolisthes* pero presentan menor número de huevos.

Hernández y Palma (2003), realizaron un análisis de fecundidad, rendimiento reproductivo y volumen de huevo de 286 hembras ovígeras de *Petrolisthes granulatus*, *Petrolisthes tuberculatus*, *Allopetrolisthes angulosus*, *Allopetrolisthes spinifrons* y

Liopetrolisthes patagonicus, colectadas al sur de Iquique. El número de huevos se correlacionó positivamente con la talla de las hembras mostrando un buen ajuste a la función de poder ($y=a*x^b$). Las hembras de *A. spinifrons* y *L. patagonicus* presentaron las mayores cantidades de huevos, con 612 ± 437 y 413 ± 284 huevos, respectivamente. *Petrolisthes granulatus* fue la especie más pequeña (7.3 ± 0.80 mm Lc), pero se caracterizó por incubar huevos de gran tamaño (0.184 ± 0.038 mm³). La pérdida potencial de huevos durante el desarrollo embrionario no fue significativa en ninguna de las especies analizadas. Durante el periodo de incubación del embrión, el tamaño del huevo aumentó entre un 43% (*P. granulatus*) y un 88% (*L. patagonicus*). Este aumento fue más importante en las especies sometidas a menor presión de desecación, lo cual se relacionaría con la distribución vertical de cada especie en la zona intermareal. La inversión de energía en la reproducción fluctuó entre 3.7 y un 7.4%, valores que están dentro del rango descrito para otros crustáceos decápodos.

Werding *et al.* (2003), presentaron información sobre la distribución de todas las especies conocidas del Atlántico occidental de cangrejos de la familia Porcellanidae. También presentaron una lista con 48 especies de la región. En el Atlántico occidental, la región del Caribe es la más rica en número de especies con 43, 40 de las cuales se encontraron en la parte sur del Caribe, los números de especies decrecen hacia las regiones periféricas de Florida, con 17 especies y de Brasil con 19 especies.

Hernández-Aguilera *et al.* (2005), realizaron un capítulo sobre cangrejos porcelánidos de la costa este del Golfo de México recopilando información general y una clave de identificación para éstas especies.

Armendáriz (2008), estudió la fecundidad de la especie *Neopisosoma angustifrons* en tres localidades del estado de Veracruz: Montepío, La Mancha y Punta Roca Partida durante los años 2003, 2004 y 2005. Se encontró que la talla mínima de madurez sexual de las hembras fue de 1.9 mm de longitud total, la reproducción de la especie fue continua durante el ciclo anual, aunque los meses de mayor actividad reproductiva fueron abril, mayo y julio. Se correlacionó positivamente a la fecundidad con el largo del caparazón y se observó que esta especie mostró una baja fecundidad con respecto a otros porcelánidos.

Quiceno *et al.* (2013), analizaron periodos reproductivos, talla de madurez sexual, fecundidad, peso del huevo y esfuerzo reproductivo de hembras de *Petrolisthes galathinus* (“puntos”, “estriás” y “diente blanco”) y *Petrolisthes caribensis* (“azul”) en sustratos artificiales en la punta norte del Golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano, entre noviembre de 2009 y noviembre de 2010. La reproducción ocurre durante todo el año observándose picos de reproducción en época seca para *P. galathinus* “puntos y estriás” y en época de lluvias para *P. galathinus* “diente blanco” y *P. caribensis* “azul”. La talla de madurez sexual es entre 5.05 y 5.25 mm de ancho de caparazón. Se observaron diferencias en la talla de las hembras ovígeras pero no en el número y peso promedio de los huevos entre especies. El número de huevos se correlacionó positivamente con la talla de las hembras. El rango de tallas que contribuye al aporte teórico de nuevas crías es de 6 a 8 mm, con más del 50% de nuevos individuos. La pérdida potencial de huevos durante el desarrollo embrionario fue significativa entre los estadios I-II y III con una pérdida entre 28.1% y un 39.6%. Durante el periodo de incubación el peso del huevo aumentó entre un 42.1% (*P. galathinus* “puntos”) y un 62.93% (*P. caribensis* “azul”). El esfuerzo reproductivo estuvo entre 6.2 y 7.2%.

OBJETIVOS

Objetivo General

Comparar la fecundidad de las especies de los cangrejos porcelánidos en el arrecife La Perla del Golfo, Veracruz, México.

Objetivos Particulares

- Determinar las especies existentes de cangrejos de la familia Porcellanidae en el arrecife La Perla del Golfo.
- Describir la estructura poblacional a través de la composición de tallas de las especies de porcelánidos.
- Determinar la proporción sexual de cada especie.
- Determinar la fecundidad y los periodos de reproducción mediante el conteo de huevos y de hembras ovígeras.

ÁREA DE ESTUDIO

Los Tuxtlas, Veracruz, se localizan en la región morfológica de la Planicie Costera del Golfo de México, en la subprovincia de la Planicie Costera de Veracruz, las cuales fueron definidas por Lugo y Córdoba en 1992 (Guevara *et al.*, 2004). En la Región de los Tuxtlas, se pueden observar distintos paisajes geomorfológicos: el poblado de Perla del Golfo presenta laderas poco onduladas a onduladas, las cuales consisten en barrancos poco profundos, franja costera rocosa con playas y dunas. Esta región presenta un clima Am(f) cálido húmedo, el cual se caracteriza por presentar lluvias de verano con influencia de monzón y el porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10% (Guevara *et al.*, 2004). Su temperatura media anual es mayor a 22 °C y mayor a 18 °C en el mes más frío (Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

El presente estudio se llevó a cabo en el arrecife de coral La Perla del Golfo, el cual se encuentra al noreste de la región de los Tuxtlas, al sur del estado de Veracruz (Figura 5), cerca del poblado “Perla del Golfo”. Abarca un aproximado de 8 km de largo y 90 m de ancho y es un arrecife coralino poco profundo, ya que esta, presenta en promedio 8 m (Figura 6). Este arrecife se encuentra adyacente al municipio de Mecayapan, Veracruz. El arrecife es de tipo bordeante que comienza al este de la desembocadura del río Olapa en las coordenadas 18° 32' 43.27" N; 94° 50' 45.67" W. La corriente marina predominante corre en dirección este-oeste por lo que el agua proveniente de la desembocadura del río Olapa no alcanza al arrecife (Álvarez, *com. pers.*).

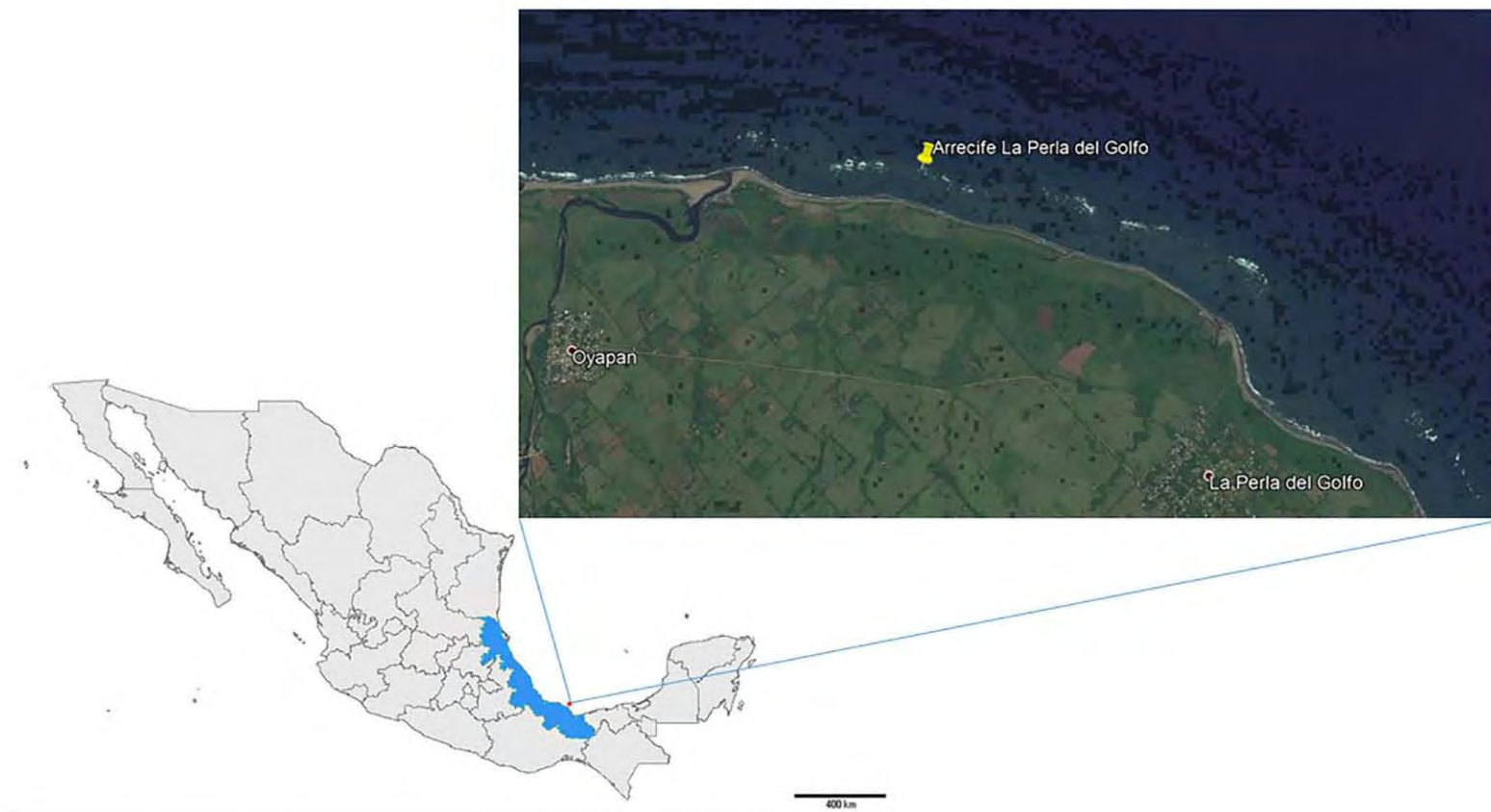


Figura 5. Mapa y vista satelital de la ubicación del arrecife “La Perla del Golfo”, Veracruz, México.

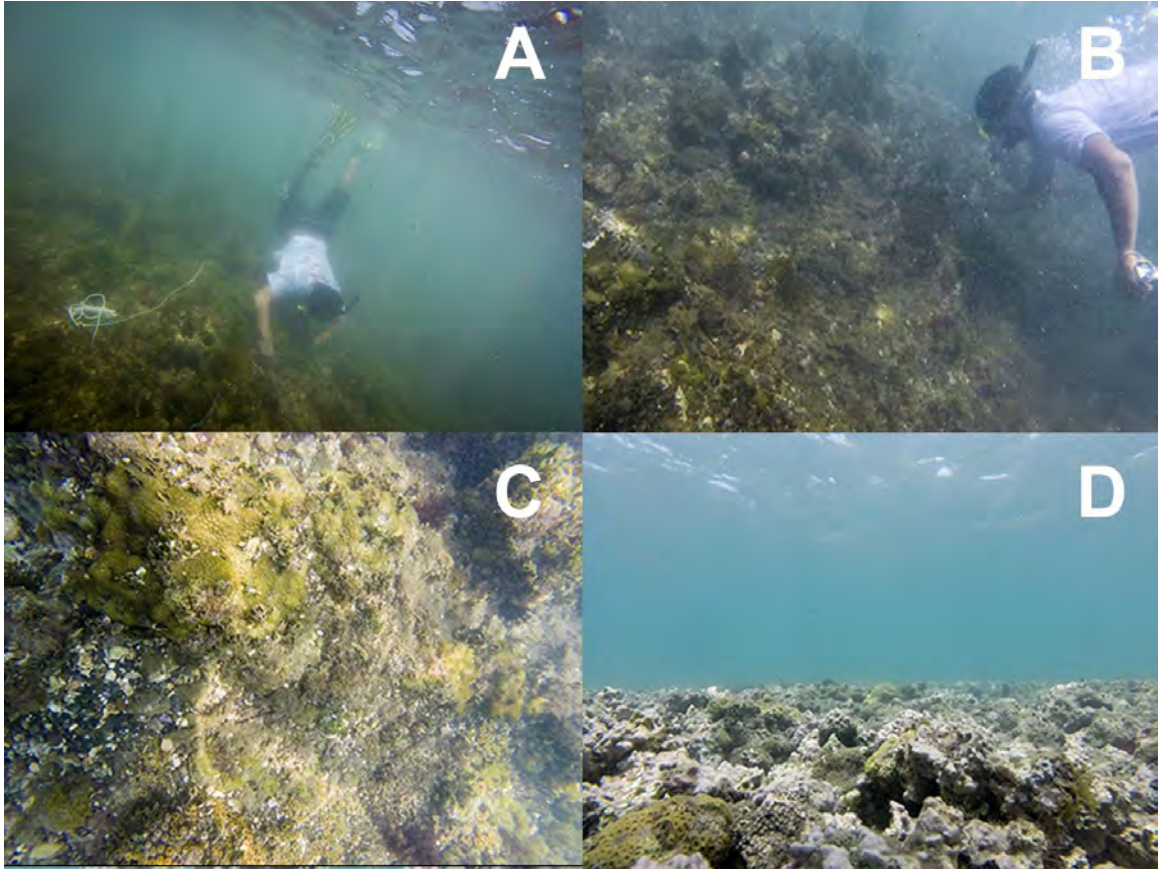


Figura 6. Fotografías subacuáticas del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz. A) Medio ambiente y profundidad del área de muestreo. B) Toma de muestras mediante buceo libre. C) Arrecife coralino y bioconcrecencia. D) complejidad estructural del arrecife coralino.

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se realizaron un total de 10 muestreos en el arrecife “La Perla del Golfo” en los meses de mayo y agosto de 2013; febrero, mayo, junio y agosto de 2014; abril y agosto de 2015; culminando con abril y agosto de 2016. Para realizar estos muestreos se tomó una embarcación hasta llegar a las coordenadas 18° 32' 37.91" N y 94° 49' 55.05" W.

El muestreo se realizó mediante buceo libre y consistió en tomar aleatoriamente bioconcrecencia y coral muerto en el arrecife. Para la extracción de ésta bioconcrecencia y coral muerto se emplearon martillos con los cuales se palanqueó hasta que las rocas o bioconcrecencia fueron separadas. Cada una de las muestras de coral y bioconcrecencia consistió en una cubeta de 20 litros llena con su réplica respectiva, llenadas con agua de mar y transportadas al laboratorio.

Trabajo de laboratorio

El trabajo se realizó en dos laboratorios, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La primera parte se realizó en el Laboratorio de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, Veracruz, donde se cambió el agua de mar de las cubetas por etanol al 70% para fijar a los organismos que pudieran estar en la roca y el coral muerto. Con ayuda de un martillo y cincel se comenzó a fragmentar el coral muerto y roca, así como revisar la bioconcrecencia para poder separar a los invertebrados por grupo taxonómico. Los organismos se separaron, etiquetaron y colocaron en frascos con alcohol al 70%.

En la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), del Instituto de Biología (IB) de la UNAM, se terminó de fragmentar la muestra y se continuó con la separación de invertebrados, así como con su etiquetado. Posteriormente se identificó a las especies pertenecientes a la familia Porcellanidae, con ayuda de literatura especializada (Rathbun,

1925; Williams, 1984; Abele y Kim, 1986; Galicia-Castillo, 2003; Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera, 2005).

Una vez separadas las especies, se registró el sexo de los organismos, esto con base en la observación y posición del gonoporo, todo esto con ayuda de agujas, pinzas de disección y un microscopio estereoscópico. Si el gonoporo está presente en la coxa del tercer par de pereiópodos se trata de una hembra; si está en la coxa del quinto par de pereiópodos es macho. La proporción sexual obtenida se comparó, mediante la prueba de X^2 contra una proporción esperada de 1:1 (Machos:Hembras); en especies que tuvieron menos de 10 organismos no se tomó en cuenta las proporciones sexuales.

Se contabilizaron los organismos por especie para determinar su abundancia y la riqueza específica de la comunidad de porcelánidos en cada uno de los sitios de colecta. Se analizaron los datos de especie, abundancia, fecha de colecta y se separaron en dos grupos: el primero, el total de organismos colectados y el segundo, los organismos por mes de muestreo.

Posteriormente se procedió a tomar el largo del caparazón (LC) de todos los organismos, se tomó el sexo y se hizo un conteo de huevos en hembras ovígeras mediante la separación de los mismos con agujas de disección y un microscopio estereoscópico. Se midieron a los organismos, para lo cual se utilizó un vernier digital (Pie de Rey) de 150 mm con una precisión de ± 0.02 mm (<100 mm), ± 0.03 mm ($>100-150$ mm). El total de organismos medidos fueron divididos en 10 intervalos de clase que van desde los 0.1 mm hasta los 10 mm, las clases se dividieron por cada milímetro, esto para poder situar a cada especie en un rango estándar y así poder compararlas fácilmente. Se realizó una base de datos, para cada especie, que incluyó el sexo de cada individuo, especie, sexo, LC, fecha de colecta y número de huevos (en hembra ovígera) en el software Excel 2013 e IBM SPSS Statistics 24 (Figura 7).



Figura 7. Método. A) Trayecto de Sontecomapan al arrecife La Perla del Golfo. B) Toma de muestras mediante buceo libre. C) Separación y revisión de muestras en bioconrescencia. D) Fragmentación de roca. E) Revisión, identificación taxonómica y medición de los organismos. F) Separación por especie. G) Realización de una base de datos. H) Envasado y etiquetado de muestras. I) Ingreso de muestras a la CNCR.

RESULTADOS

Los resultados de este estudio fueron recopilados de 10 muestreos durante tres años, de febrero de 2013 a agosto de 2016 y se obtuvo lo siguiente: el tamaño de la muestra poblacional fue de 325 individuos, con el 54% de machos y el 46% de hembras, los cuales pertenecen a cuatro géneros y 10 especies: *Megalobrachium soriatum*, *Neopisosoma angustifrons*, *Neopisosoma curacaoense*, *Pachycheles monilifer*, *Petrolisthes bolivarensis*, *Petrolisthes galathinus*, *Petrolisthes jugosus*, *Petrolisthes rosariensis*, *Petrolisthes* sp. 1 y *Petrolisthes* sp. 2 (Tabla 1). Los machos fueron más abundantes que las hembras. La proporción sexual fue aproximadamente de 1:1 ($X^2 = 2.58$, $p < 0.05$), teniendo en cuenta que se tuvieron 177 machos y 148 hembras.

Clasificación taxonómica y descripción de las especies

Tabla 1. Clasificación taxonómica de las especies de porcelánidos del arrecife La Perla del Golfo.

Phylum Arthropoda von Siebold, 1848
Clase Malacostraca Latreille, 1802
Orden Decapoda Latreille, 1802
Familia Porcellanidae Haworth, 1825
Género *Megalobrachium* Stimpson, 1858
Especie *M. soriatum* (Say, 1818)
Género *Neopisosoma* Haig, 1960
Especies *N. angustifrons* (Benedict, 1901)
N. curacaoense (Schmitt, 1924)
Género *Pachycheles* Stimpson, 1858
Especie *P. monilifer* (Dana, 1852)
Género *Petrolisthes* Stimpson, 1858
Especies *P. bolivarensis* Werding y Kraus, 2003
P. galathinus (Bosc, 1802)
P. jugosus Streets, 1872
P. rosariensis Werding, 1978
P. sp. 1
P. sp. 2

***Megalobrachium soriatum* (Say, 1818)**
(Figura 8 A y B)

Características de reconocimiento: el caparazón es igual o ligeramente más ancho que largo, la superficie dorsal está cubierta con mechones de pelo siendo más abundantes en la región posterior. Entre la región protogástrica y el margen superior mesogástrico, se localiza una hilera de cuatro tubérculos, de los cuales los mediales son más prominentes; el margen lateral con tres espinas pequeñas; la frente en vista dorsal aparentemente es redondeada pero en vista dorsal es trilobulada y con el diente medial más grande que los laterales. Los quelípedos son largos, gruesos y con gránulos en la superficie dorsal; el carpo es más largo que ancho, el margen interno tiene una espina grande y algunas pequeñas; en la superficie dorsal los gránulos están ubicados de forma irregular, mientras que en los dedos la colocación es en hileras; el margen anterior del propodio lleva una franja con pelos. Las patas caminadoras están cubiertas por pelos. El telson está formado por cinco placas (Williams, 1984).

Talla reportada: macho L.C. 3.6 mm, A.C. 3.6 mm; hembra L.C. 3.6 mm, A.C. 3.8 mm; hembra ovígera L.C. 2.4 mm, A.C. 2.4 mm (Galicía, 2003).

Talla en éste estudio: macho L.C. 1.8 - 6.9 mm, A.C. 1.7 - 7.3 mm; hembra L.C. 2.1 - 3.2 mm, A.C. 2.1 - 3.2 mm; hembra ovígera L.C. 2.7 - 3.7 mm, A.C. 2.9 - 3.9 mm.

Distribución: de Carolina del Norte, E.U.A. a través del Golfo de México y Mar Caribe hasta Brasil (Werding, 1977).

Número de organismos: 27; 10 machos, cinco hembras y 12 hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: febrero de 2014, abril de 2015, abril y agosto de 2016.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tamaños más grandes a los reportados por Galicía (2003), así como la presencia de una tendencia a ser organismos más redondos.

***Neopisosoma angustifrons* (Benedict, 1901)**
(Figura 8 C y D)

Características de reconocimiento: el caparazón es más ancho que largo, redondeado a partir del ángulo epibranquial, con la superficie dorsal porosa; la frente es recta en vista dorsal, en vista frontal presenta dos lóbulos laterales formados por el ángulo supraocular y en el centro se encuentra un lóbulo redondeado de mayor talla. La placa lateral está formada por una pieza que no llega más allá de la base del segundo apéndice caminador, el resto de la pared queda cubierto por membrana. Los quelípedos son robustos, uno es más grande que el otro, la superficie dorsal está cubierta con gránulos y vellosidad en la región distal. Las patas caminadoras con la superficie dorsal ornamentada de la misma forma que los quelípedos, hacia el centro de la superficie ventral hay de dos a tres espinas móviles hialinas así como dos espinas en el margen distal; el dácilo con una hilera de tres espinas móviles en la superficie ventral. El telson tiene cinco placas (Benedict, 1901 y Abel y Kim 1986 en Galicia, 2003).

Talla reportada: macho L.C. 5.4 mm, A.C. 6.4 mm; hembra L.C. 6.8 mm, A.C. 8.7 mm; hembra ovígera L.C. 3.4 mm, A.C. 4.1 mm (Galicia, 2003).

Talla en éste estudio: macho L.C. 2.9 - 5.2 mm, A.C. 3.2 - 5.9 mm; hembra ovígera L.C. 1.9 - 5.0 mm, A.C. 2.2 - 6.1 mm.

Distribución: Golfo de México a través del Mar Caribe y en las Antillas Menores hasta Venezuela (Haig, 1956; Werding, 1986).

Número de organismos: 20; nueve machos y 11 hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: febrero de 2014, abril y agosto de 2015 y abril de 2016.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más pequeñas a las reportadas por Galicia, 2003, excepto en las hembras ovígeras.

***Neopisosoma curacaoense* (Schmitt, 1924)**
(Figura 8 E y F)

Características de reconocimiento: el caparazón es tan largo como ancho, con las paredes laterales paralelas a partir del ángulo epibranchial y hacia la parte posterior forma una W con un pliegue marginal; la superficie dorsal es porosa, mostrando pliegues en el ángulo epibranchial; la frente es recta en vista dorsal y en vista frontal apenas se nota la presencia de tres lóbulos; la placa lateral se prolonga hasta la mitad de la región mesobranchial. Los quelípedos son robustos y uno es más grande que el otro; el mero presenta un diente en el margen interno-distal; la superficie dorsal del carpo es porosa, con dos crestas longitudinales que no se prolongan a la porción distal, el margen interno con cuatro dientes; la superficie dorsal del propodio es porosa. Las patas caminadoras tienen trazas de pelos cortos y plumosos; el propodio tiene a lo largo de la porción ventral tres espinas hialinas, móviles; el dactilo tiene cuatro espinas móviles en la porción ventral y la punta termina en forma de gancho. El telson puede presentar cinco o siete placas. Los machos tienen pleópodos (Werding, 1986 en Galicia, 2003).

Talla reportada: macho L.C. 4.5 mm, A.C. 4.7 mm; hembra L.C. 4.8 mm, A.C. 5.1 mm (Markham *et al.* 1990 en Galicia, 2003); hembra ovígera L.C. 4.1 mm, A.C. 4.1 mm.

Talla en éste estudio: macho L.C. 3.4 - 3.8 mm, A.C. 3.4 - 3.7 mm; hembra ovígera L.C. 4.1 mm, A.C. 4.1 mm.

Distribución: Quintana Roo, México, las Antillas Mayores, Colombia y Venezuela (Haig, 1956; Werding, 1978, 1986; Markham *et al.*, 1990).

Número de organismos: 3; dos machos y una hembra ovígera.

Meses en los cuales se encontró: febrero de 2014.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más pequeñas a las reportadas por Galicia (2003).



Figura 8. Fotografías de los organismos estudiados: A) *Megalobrachium soriatum* (vista dorsal). B) *Megalobrachium soriatum* (vista ventral). C) *Neopisosoma angustifrons* (vista dorsal). D) *Neopisosoma angustifrons* (vista ventral). E) *Neopisosoma curacaoense*.(vista dorsal). F) *Neopisosoma curacaoense*.(vista ventral).

***Pachycheles monilifer* (Dana, 1852)**
(Figura 9 A y B)

Características de reconocimiento: el caparazón en los machos es tan largo como ancho y más largo que ancho en las hembras. Dos mechones de pelos plumosos largos cubren más allá del margen frontal. La frente es redondeada en vista dorsal y trilobulada en vista ventral, en el ángulo orbital externo se presenta un lóbulo mediano; la pared lateral del caparazón está fragmentada hacia la parte posterior. El primer segmento móvil de la antena es ligeramente redondeado, con un tubérculo en el margen anterior, el flagelo y los segmentos restantes no presentan ornamentaciones. El mero de los quelípedos es rugoso, con tubérculos aplanados hacia la parte posterior, el margen anterior tiene un lóbulo subtriangular algo rugoso; el carpo presenta tres dientes a lo largo del margen anterior, la parte dorsal lleva más o menos tres filas de tubérculos aplanados, el espacio que hay entre tubérculos está cubierto por pelos; el propodio tiene tres hileras longitudinales de tubérculos, la doble hilera externa continúa hasta llegar a la porción interna del dactilo. El dactilo tiene tubérculos aplanados hasta la punta; entre los dedos del quelípedo queda una abertura llena de pelo largo. El telson con cinco placas (Haig, 1960 en Galicia, 2003).

Talla reportada: macho L.C. 4.9 mm, A.C. 5.3 mm; hembra L.C. 4.2 mm, A.C. 4.8 mm; hembra ovígera L.C. 4.7 mm, A.C. 5.0 mm (Galicia, 2003).

Talla en éste estudio: macho L.C. 3.2 - 6.8 mm, A.C. 3.3 - 7.2 mm; hembra ovígera L.C. 3.8 - 7.1 mm, A.C. 4.4 - 8.2 mm.

Distribución: arrecife Hillsboro, Florida, E.U.A. a través del Golfo de México hasta Río de Janeiro, Brasil (Haig, 1960; Werding, 1977).

Número de organismos: 43; 28 machos y 15 hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: abril de 2015; abril y agosto de 2016.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más grandes a las reportadas por Galicia (2003).

***Petrolisthes bolivarensis* Werding y Kraus, 2003**
(Figura 9 C y D)

Características de reconocimiento: Caparazón ligeramente más largo que ancho, superficie con pliegues fuertes, transversales y pilíferos en regiones gástricas y branquiales, interrumpidas por el surco cervical, regiones bien marcadas; presenta dos espinas epibranchiales. Paredes laterales con algunas crestas longitudinales y bordes superiores bordeados con setas emplumadas dirigidas hacia arriba. Tercer esternito torácico convexo posteriormente, trilobulado anteriormente. Telson con siete placas. Segmento basal de antenas con algunas estrías transversales, margen anterior con cuatro dientes. Primer segmento móvil de antenas con un lóbulo laminar serrado con punta de espina dorsal; segundo y tercer segmento ligeramente rugoso. Quelípedos desiguales con pubescencia en la unión de los dactilos; armados en el margen anterior con cinco o seis dientes anchos, fuertes, de bordes serrados, el último formando el borde anterodistal; margen posterior ligeramente convexo, armado con cinco espinas curvadas hacia adentro. Patas caminadoras rugosas; dactilo grande con tres espínulas móviles en el borde interno.

Talla reportada: macho L.C. 14.6 mm, A.C. 13.9 mm; hembra L.C. 9 mm, A.C. 8.7 mm; hembra ovígera no reportada (Werding y Kraus, 2003).

Talla en éste estudio: macho L.C. 4.7 - 6.2 mm, A.C. 4.1 - 5.5 mm; hembra L.C. 4.4 - 7.3 mm, A.C. 4.0 - 7.0 mm; hembra ovígera L.C. 5.6 - 7.9 mm, A.C. 5.2 - 7.6 mm.

Distribución: desde Florida; en las Islas San Bernardo e Islas del Rosario, Depto. Bolívar, Colombia; hasta Venezuela (Hiller *et al.*, 2005).

Número de organismos: 15; cinco machos, seis hembras y cuatro hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: febrero de 2014, abril de 2015, abril y agosto de 2016.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más pequeñas a las más grandes reportadas por Werding y Kraus (2003).

***Petrolisthes galathinus* (Bosc, 1802)**
(Figura 9 E y F)

Características de reconocimiento: El caparazón es más largo que ancho, la superficie dorsal está cubierta con fuertes arrugas ciliadas. La frente es triangular, truncada en el ápice y en vista dorsal, el margen está granulado; el ángulo del margen supraorbital interno con una espina fuerte separada de la frente por una muesca ancha, el ángulo suborbital está formado por una espina corta. El ángulo epibranchial está armado con una espina. Los quelípedos son largos, en la superficie dorsal tienen el mismo tipo de ornamentación que el caparazón; el mero lleva un lóbulo espiniforme en el margen interno; el carpo con cuatro espinas a lo largo del margen interno; el propodio es ancho, plano y con una hilera de espinas pequeñas en el margen interno; el dactilo es ancho y con la punta fuertemente curvada. Las patas caminadoras son rugosas y peludas; el mero de las dos primeras patas tiene entre seis y nueve espinas y el de la tercera pata tiene entre cinco y siete espinas (Williams, 1984; Abele y Kim, 1986).

Talla reportada: macho L.C. 5.0 mm, A.C. 4.5 mm; hembra L.C. 3.5 mm, A.C. 3.3 mm; hembra ovígera L.C. 3.1 mm, A.C. 3.0 mm (Galicía, 2003).

Talla reportada en éste estudio: macho L.C. 2.6 - 5.8 mm, A.C. 2.4 - 5.3 mm; hembra L.C. 2.9 - 5.5 mm, A.C. 2.8 - 5.1 mm.

Distribución: de Carolina del Norte, E.U.A. a través del Golfo de México y Mar Caribe hasta Ilha Trindade, Brasil (Haig, 1956; Williams, 1984).

Número de organismos: 28; 19 machos y nueve hembras.

Meses en los cuales se encontró: mayo y agosto de 2013; mayo y agosto de 2014.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más grandes a las reportadas por Galicía (2003), además de que no se recolectaron hembras ovígeras.



Figura 9. Fotografías de los organismos estudiados: A) *Pachycheles monilifer* (vista dorsal). B) *Pachycheles monilifer* (vista ventral). C) *Petrolisthes bolivarensis* (vista dorsal). D) *Petrolisthes bolivarensis* (vista ventral). E) *Petrolisthes galathinus* (vista dorsal). F) *Petrolisthes galathinus* (vista ventral).

***Petrolisthes jugosus* Streets, 1872**
(Figura 10 A y B)

Características de reconocimiento: el caparazón es tan largo como ancho, redondeado y con la superficie dorsal lisa; en vista dorsal la frente tiene una muesca en el centro y hacia los costados el margen es recto. Los quelípedos no tienen vellosidades; el mero presenta un lóbulo en el margen interno-distal; el carpo con la superficie dorsal cubierta con dos crestas irregulares de gránulos oblicuos, especialmente a lo largo del margen externo y en el margen interno se ubican tres o cuatro dientes; la superficie dorsal del propodio es porosa y presenta un canal a lo largo del margen externo. La superficie dorsal de las patas caminadoras con pocas cerdas. El telson con cinco placas en ambos sexos (Abel y Kim, 1986 en Galicia, 2003)

Talla reportada: macho L.C. 2.8 mm, A.C. 2.7 mm; hembra L.C. 2.5 mm, A.C. 2.4 mm; hembra ovígera L.C. 2.0 mm, A.C. 2.5 mm (Galicia, 2003).

Talla reportada en éste estudio: macho L.C. 2.0 - 4.3 mm, A.C. 1.9 - 3.9 mm; hembra L.C. 2.2 – 4.6 mm, A.C. 2.1 – 4.5 mm; hembra ovígera L.C. 2.6 – 4.4 mm, A.C. 2.7 – 4.6 mm.

Distribución: de Florida, E.U.A. a través del Golfo de México y Mar Caribe hasta Santa Marta, Colombia (Gore, 1982; Werding, 1977).

Número de organismos: 61; 34 machos, 11 hembras y 16 hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: febrero y agosto de 2014, abril y agosto de 2015 y abril de 2016.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más chicas y más grandes a las reportadas por Galicia (2003).

***Petrolisthes rosariensis* Werding, 1978**
(Figura 10 C y D)

Características de reconocimiento: Caparazón cubierto con estrías pilíferas transversales, interrumpidas generalmente en las crestas, separando las diferentes regiones. Una espina epibranquial fuerte en el surco cervical, seguida de una segunda más pequeña en la región epibranquial. Maxilípedos externos rugosos. Mero del quelípodo con estrías pilíferas, margen anterior con un gran diente laminar. Carpo y quelípodo con estrías pilíferas. Carpo armado en el margen anterior con una hilera de cuatro dientes de bordes serrados, una quinta ocasionalmente presente. Borde posterior rugoso, algunas de las arrugas producidas en espinas. Margen exterior recto o ligeramente cóncavo, armado con algunas pequeñas espinas irregulares y cubierto con una franja de pelos plumosos. Dactilos del quelípodo sin pubescencia. Mero de la primera pata caminadora armada con cuatro a seis espinas y una franja de pelos plumosos en el margen dorsal, y una espina fuerte en el ángulo posteroventral; segunda pata caminadora similar, pero con cinco a seis espinas en el margen dorsal; tercer pata caminadora con presencia de tres a cinco espinas dorsales pero sin espina posteroventral. Telson compuesto de siete placas.

Talla reportada: macho L.C. 5.8 mm; A.C. 5.5 mm (Werding, 1982).

Talla reportada en éste estudio: macho L.C. 2.3 - 7.0 mm, A.C. 2.0 - 6.1 mm; hembra L.C. 2.4 - 5.5 mm, A.C. 2.2 - 5.1 mm; hembra ovígera L.C. 3.0 - 4.6 mm, A.C. 2.8 - 4.3 mm.

Distribución: Carrie Bow Cay, Belice; Bahía Limón y Bocas del Toro, Panamá; Islas del Rosario y Santa Marta, Colombia; de Paraiba a Bahía, Brasil (Rodríguez *et al.*, 2005).

Número de organismos: 88; 49 machos, 28 hembras y 11 hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: mayo y agosto de 2013, abril y agosto de 2016.

Observaciones: Los organismos recolectados presentaron tallas más grandes a las reportadas por Werding, 1982, además de que para este estudio se presenta un rango de tallas de las hembras ovígeras.

***Petrolisthes* sp. 1**
(Figura 10 E y F)

Talla reportada en éste estudio: macho L.C. 3.3 - 9.5 mm, A.C. 3.1 - 9.2 mm; hembra L.C. 4.6 – 9.7 mm, A.C. 4.2 – 9.4 mm; hembra ovígera L.C. 4.1 – 8.6 mm, A.C. 4.1 – 6.8 mm.

Distribución: Arrecife La Perla del Golfo, Veracruz México

Número de organismos: 39; 21 machos, 10 hembras y ocho hembras ovígeras.

Meses en los cuales se encontró: agosto de 2013, junio de 2014 y agosto de 2016.

Observaciones: *Petrolisthes* sp. 1 comparte características morfológicas con *Petrolisthes bolivarensis* a excepción de la coloración. No presenta un punto conspicuo, amarillo a naranja en la articulación del propodio y el dactilo del quelípodo, tampoco presenta un patrón rojo y azul en la anténula, rayas longitudinales azules en el carpo y propodio del tercer maxilípodo ni el dactilo azul.



Figura 10. Fotografías de los organismos estudiados: A) *Petrolisthes jugosus* (vista dorsal). B) *Petrolisthes jugosus* (vista ventral). C) *Petrolisthes rosariensis* (vista dorsal). D) *Petrolisthes rosariensis* (vista ventral). E) *Petrolisthes* sp. 1 (vista dorsal). F) *Petrolisthes* sp. 1 (vista ventral).

***Petrolisthes* sp. 2 (Figura 11 A, B)**

Talla reportada en éste estudio: hembra ovígera L.C. 3.3 mm, A.C. 3.4 mm.

Distribución: Arrecife La Perla del Golfo, Veracruz México

Número de organismos: una hembra ovígera.

Meses en los cuales se encontró: agosto de 2013.

Observaciones: *Petrolisthes* sp. 2 comparte características morfológicas con *Petrolisthes rosariensis* a excepción de la presencia de 5 espinas móviles en los dáctilos de las patas caminadoras, en vez de cuatro.



Figura 11. Fotografías de los organismos estudiados: A) *Petrolisthes* sp. 2 (vista dorsal). B) *Petrolisthes* sp. 2 (vista ventral).

Conflictos en la determinación taxonómica de las especies

Se encontraron dos especies del género *Petrolisthes*, a las cuales no se les pudo identificar a nivel específico debido a conflictos taxonómicos para su determinación. Para el caso de *Petrolisthes* sp. 1 se comparó morfológicamente con *P. bolivarensis* ya que compartían muchas características que sugerían que eran la misma especie.

Se realizó un análisis morfológico en el cual se midió el tamaño de la quela mayor (largo y ancho) y el largo total del caparazón en las especies *Petrolisthes* sp. 1 y *Petrolisthes bolivarensis* para poder comparar si existían diferencias. El largo de la quela mayor se dividió entre el ancho de la quela mayor para obtener una razón matemática, la que a su vez, se comparó con el largo del caparazón y se graficó para una muestra dada de ambas especies. En la figura 12 se puede ver la gráfica de dispersión de puntos, donde se aprecia claramente que los puntos de dispersión, que representan la razón matemática de las quelas, contra el largo del caparazón, están segregados y se observa que ambos grupos, tanto *Petrolisthes bolivarensis* (naranja) como *Petrolisthes* sp. 1 (azul) se encuentran separados en dos grupos de puntos. Se realizó una prueba t de Student y la forma de las quelas son significativamente diferentes ($t_{50, 0.05} = 9.8912$; $p < 0.0001$). La proporción del largo dividido entre el ancho de las quelas mayores con respecto al largo del caparazón en *Petrolisthes* sp. 1 es mayor (aproximadamente +/- 0.3 mm) que la proporción encontrada en *Petrolisthes bolivarensis*.

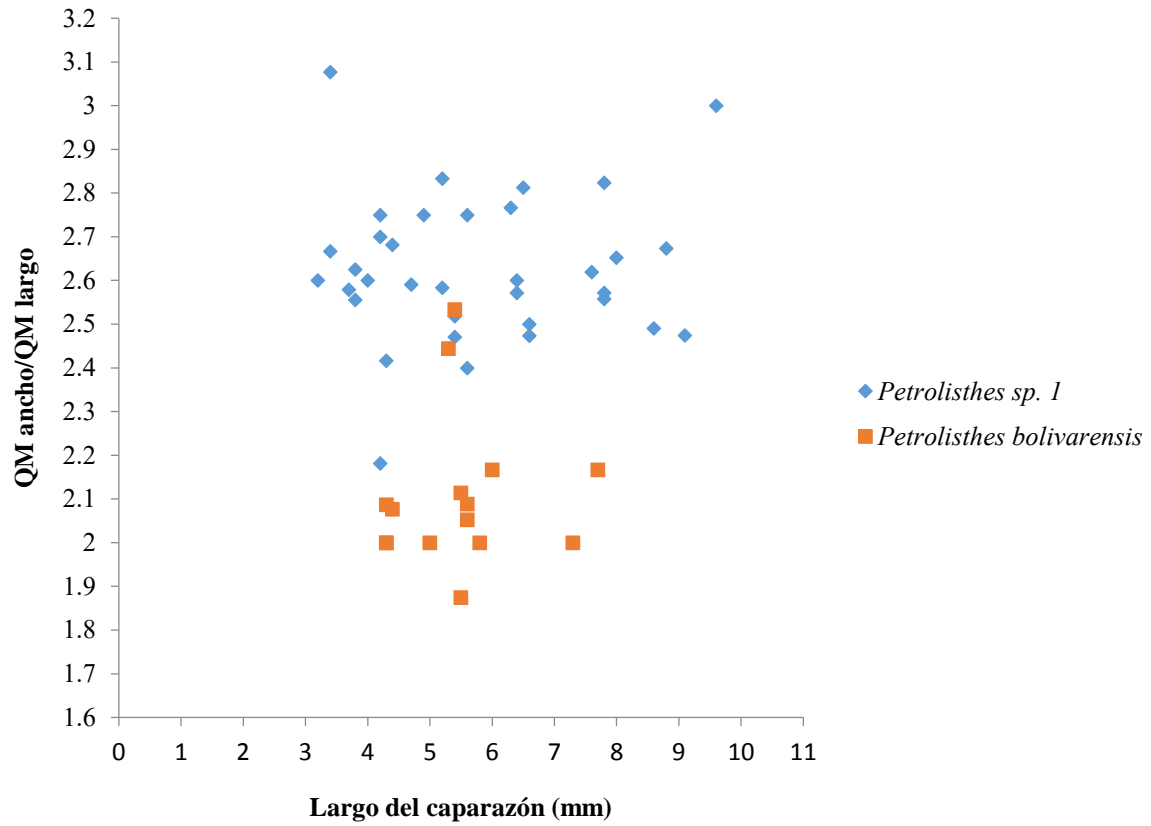


Figura 12. Relación de la razón matemática de las quelas mayores (QM ancho/QM largo) entre el largo del caparazón para las especies *Petrolisthes sp. 1* y *Petrolisthes bolivarensis*.

Abundancia de especies

Total

La abundancia total para cada una de las especies de porcelánidos fue la siguiente: *P. rosariensis* fue la especie que presentó la mayor abundancia con 88 individuos (27%) seguida de *P. jugosus* con 61 (19%), *P. monilifer* con 43 (13%), *Petrolisthes* sp. 1 con 39 (12%), *P. galathinus* con 28 (9%), *M. soriatum* con 27 individuos (8%), *N. angustifrons* con 20 (6%), *P. bolivarensis* con 15 (5%), *N. curacaoense* con 3 (menos del 1%) y *Petrolisthes* sp. 2 con 1 individuo (menos del 1%) (Figura 13).

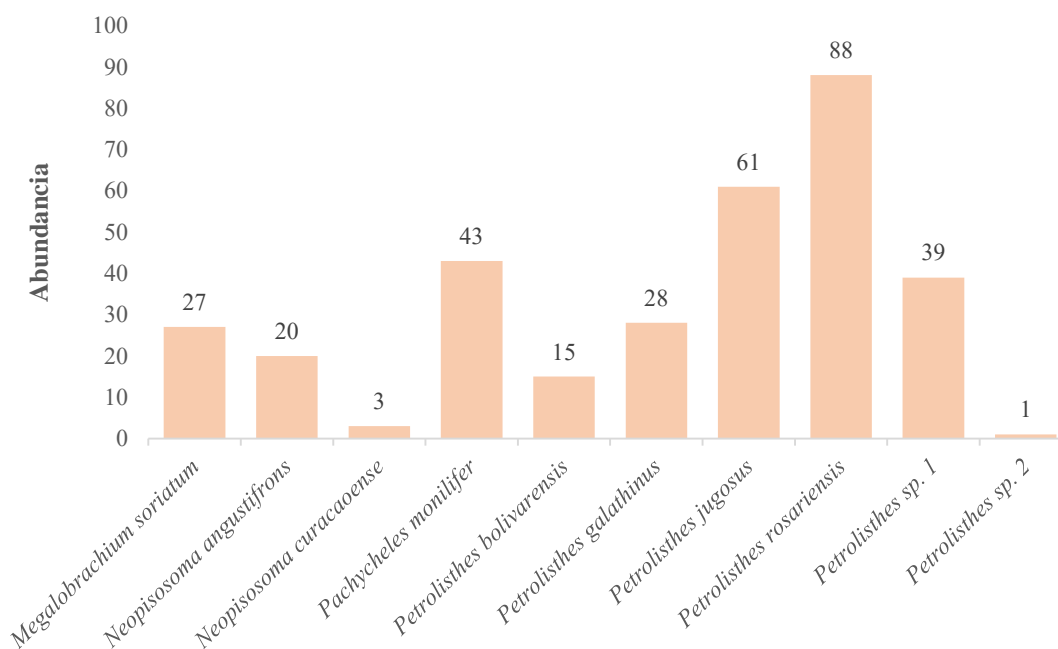


Figura 13. Abundancia total por especie.

Por muestreo

La abundancia y riqueza específica para cada muestreo fluctuó entre los diferentes meses, siendo agosto de 2013 el mes que presentó un mayor valor con 113 organismos (35%) y una riqueza específica de cinco especies. *P. rosariensis* fue la especie más abundante, seguida de *Petrolisthes* sp. 1, *P. galathinus*, *P. bolivarensis* y *Petrolisthes* sp. 2 (1% del total del mes). Abril de 2016 fue el siguiente mes con mayor abundancia, presentando 78 organismos (24%) y seis especies: *P. jugosus*, *P. rosariensis*, *P. monilifer*, *P. bolivarensis*,

N. Angustifrons y *M. soriatum*; continúa abril de 2015, presentando 48 organismos y cuatro especies: *P. jugosus*, *P. monilifer*, *N. Angustifrons* y *M. soriatum*. En agosto de 2016 se colectaron 35 organismos (11%) y cuatro especies: *P. monilifer*, *Petrolisthes* sp. 1, *M. soriatum* y *P. rosariensis*; en febrero de 2014, fueron colectados 25 organismos (8%) con cuatro especies: *M. soriatum*, *N. angustifrons* *N. Curacaoense* y *P. jugosus*; en agosto de 2015, nueve organismos (3%), con dos especies: *N. Angustifrons* y *P. jugosus*; en agosto de 2014, ocho organismos (2%) y dos especies: *P. jugosus* y *P. galathinus*; finalmente, en mayo de 2013, cinco organismos (1%), con tres especies: *P. rosariensis*, *P. galathinus* y *P. bolivarensis* (Figura 14).

Hembras ovígeras, hembras y machos

Con respecto al número de hembras ovígeras, hembras y machos por cada una de las especies de porcelánidos, tenemos que *M. soriatum* presentó 27 organismos (8%) divididos en 10 machos y 17 hembras, 12 de estas fueron ovígeras. *N. Angustifrons*, presentó 20 organismos (6%), nueve machos y 11 hembras ovígeras, ninguna hembra se presentó no ovígera (Figura 15). *N. curacaoense* presentó tres organismos (1%), dos machos y una hembra ovígera. *P. monilifer* presentó 43 organismos (13%), 28 machos y 15 hembras, todas ovígeras. *P. bolivarensis* presentó 15 organismos (4%) divididos en cinco machos y 10 hembras, de las cuales cuatro hembras ovígeras. *P. galathinus* presentó 28 organismos (8%), 19 machos y nueve hembras no ovígeras. *P. jugosus*, 61 organismos (19%) divididos en 34 machos y 27 hembras, 16 fueron ovígeras (siendo ésta especie la que más hembras ovígeras presentó). *P. rosariensis* presentó 88 organismos (27%) divididos en 49 machos y 39 hembras, de las cuales 11 fueron hembras ovígeras. *Petrolisthes* sp. 1 observó 39 organismos (12%) divididos en 21 machos y 18 hembras, ocho hembras ovígeras. Finalmente *Petrolisthes* sp. 2, presentó un solo organismo (1%), siendo una hembra ovígera. Las especies *N. curacaoense* y *Petrolisthes* sp. 2, fueron las que menos individuos presentaron.

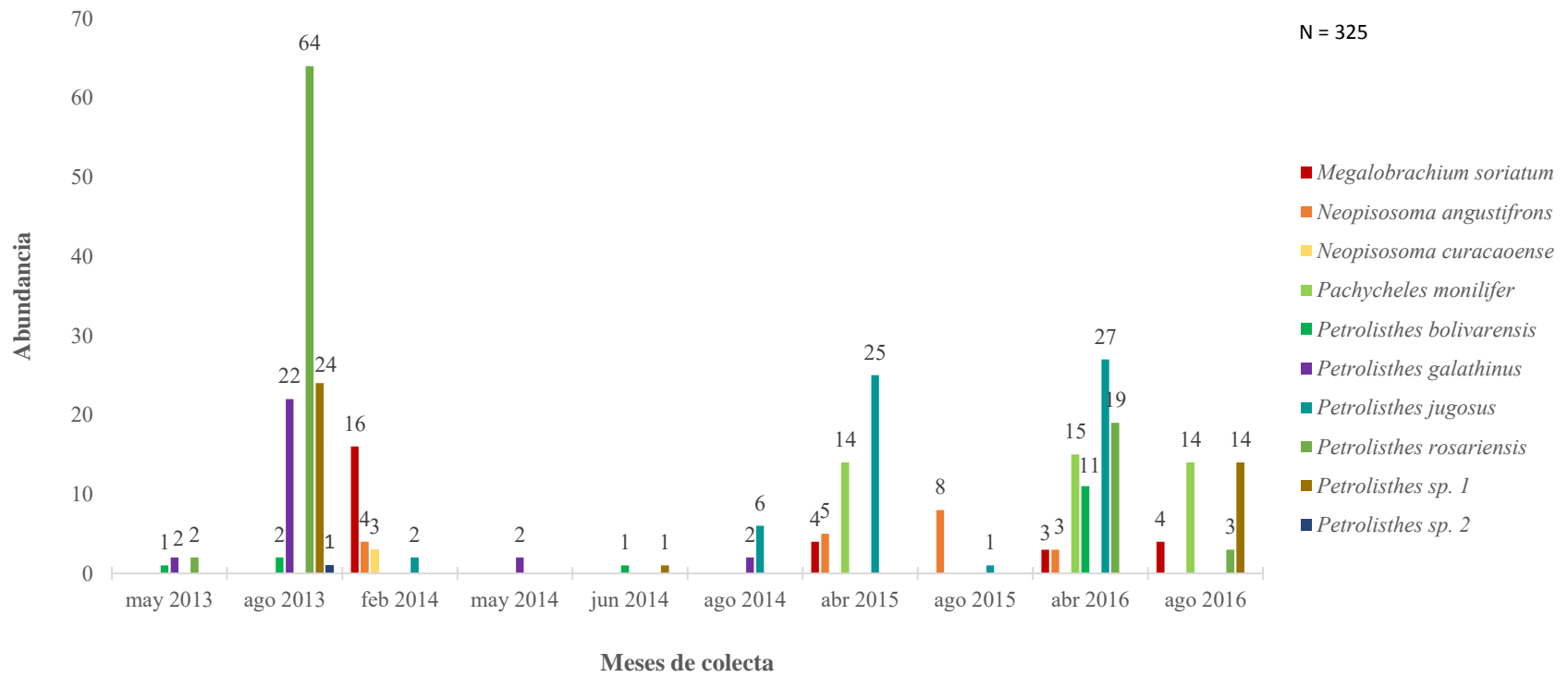


Figura 14. Abundancia y riqueza específica por mes de colecta.

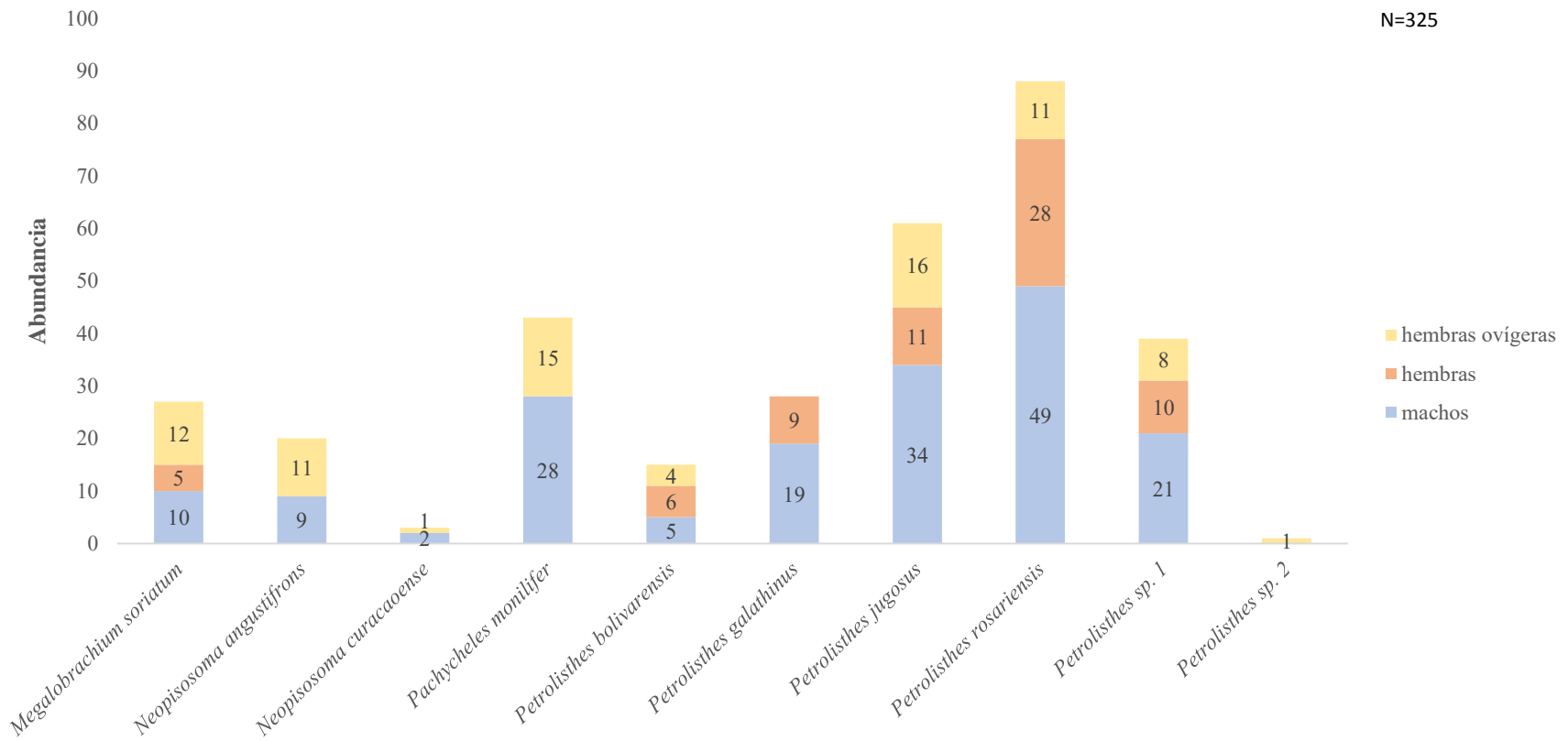


Figura 15. Número de hembras ovígeras, hembras y machos por especie.

Proporción sexual

Total

La proporción sexual fue la siguiente: *M. soriatum* 1:1.7; *N. angustifrons* 1:1.2; *P. monilifer* 1.86:1; *P. bolivarensis* 1:2; *P. galathinus* 2.1:1; *P. jugosus* 1.25:1; *P. rosariensis* 1.25:1; *Petrolisthes* sp. 1, 1.16:1 (Figura 16). *Petrolisthes* sp. 2 presentó sólo un organismo y *N. curacaoense* sólo tres por lo cual no se tomaron en cuenta para éste análisis pues no era posible mostrar una proporción sexual real. En las figuras 17, 18 y 19 se muestra la proporción sexual por especie por mes de muestreo.

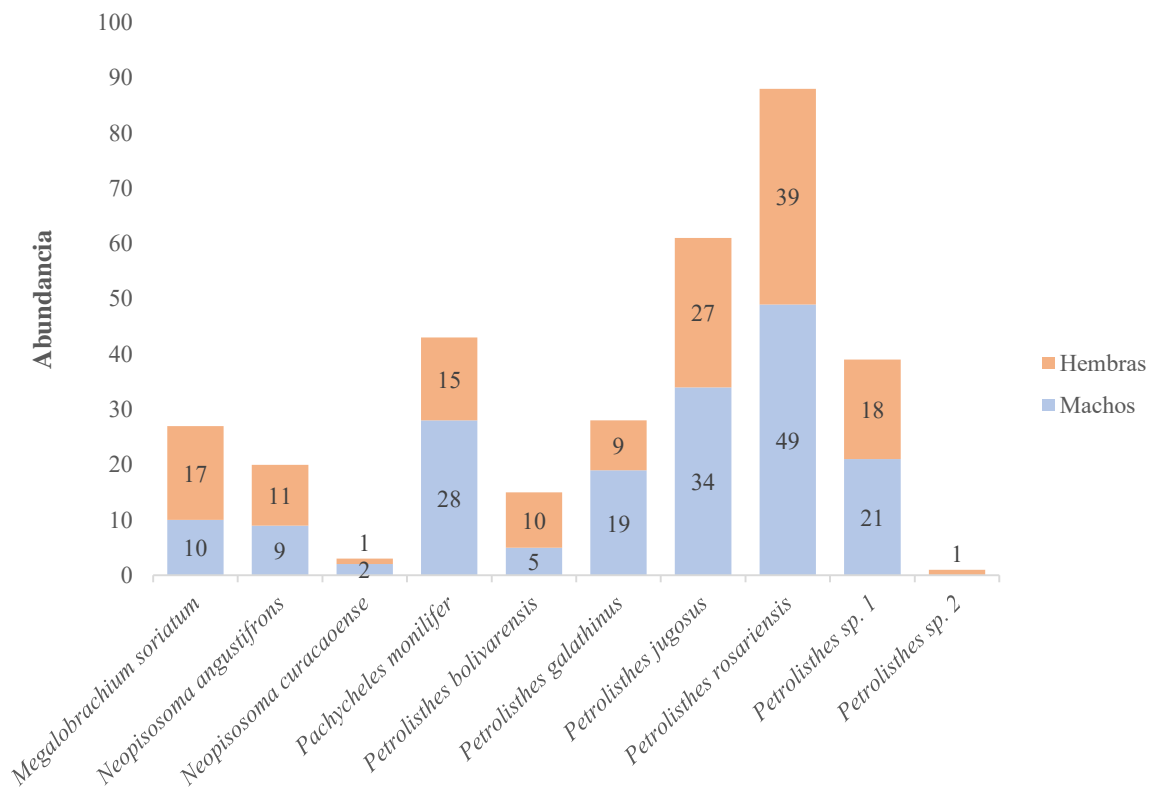


Figura 16. Proporción sexual por cada especie.

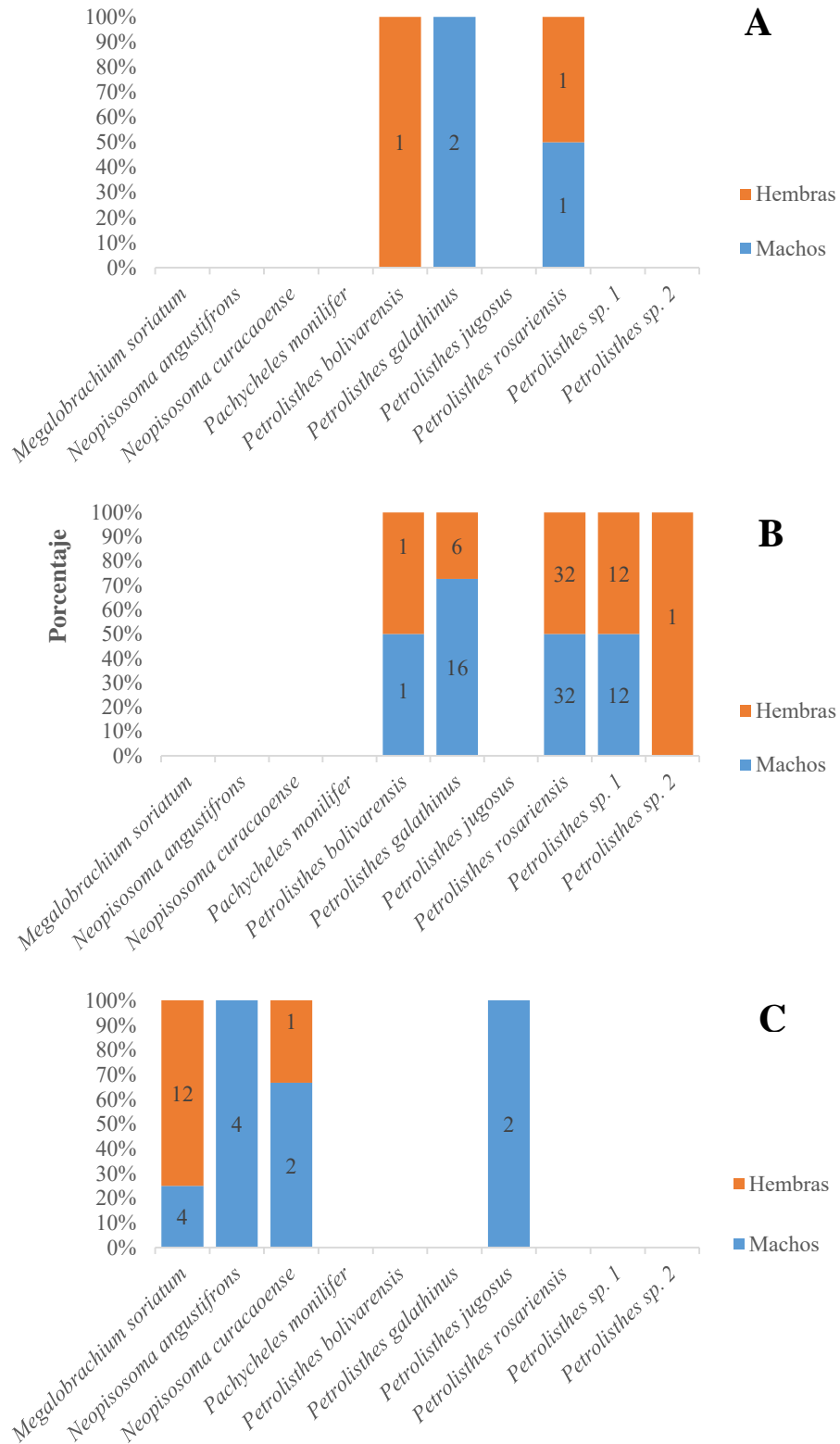


Figura 17. Porcentaje de la proporción sexual por especie. A) mayo de 2013; B) agosto de 2013; C) febrero de 2014.

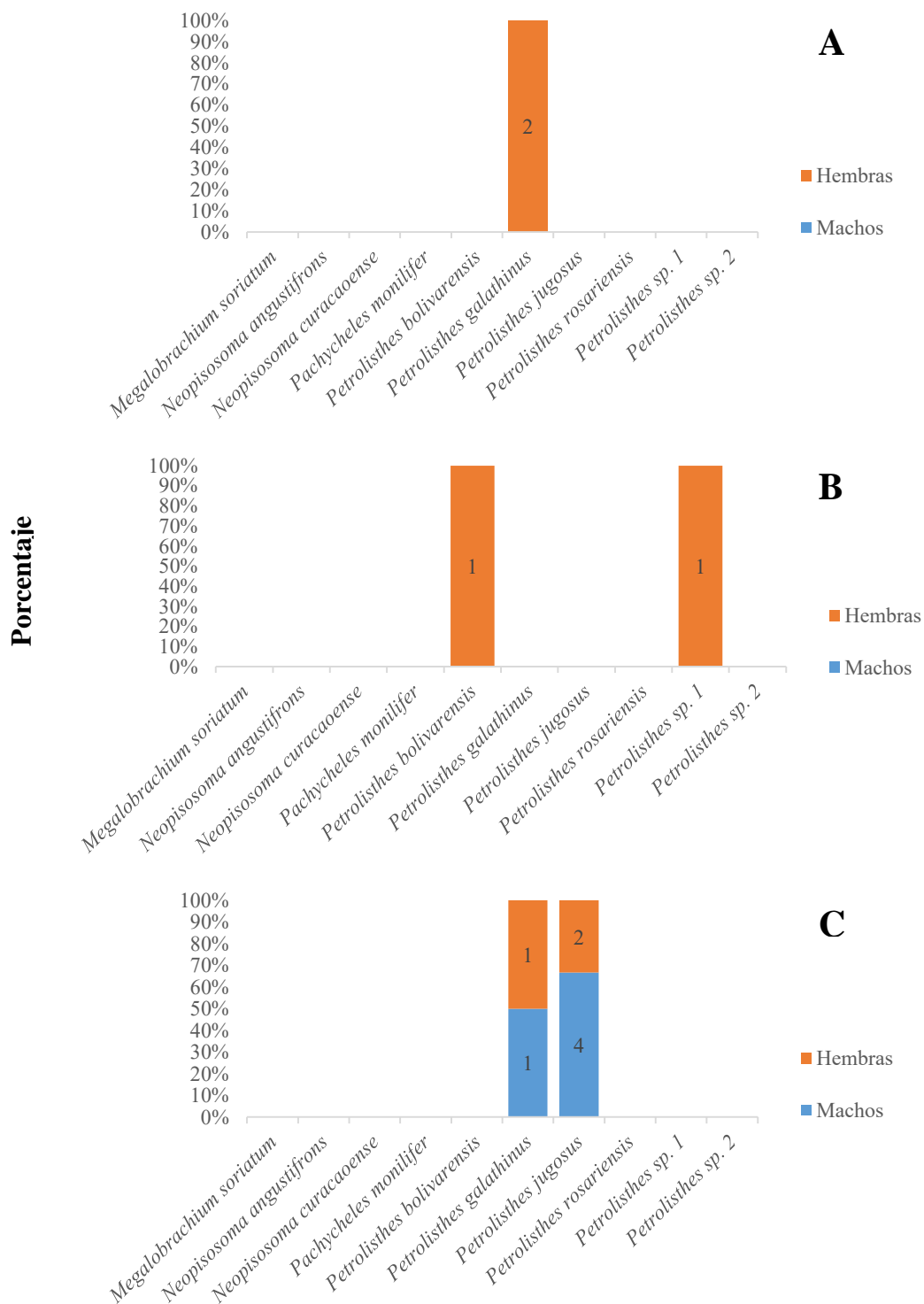


Figura 18. Porcentaje de la proporción sexual por especie. A) mayo de 2014; B) junio de 2014; C) agosto de 2014.

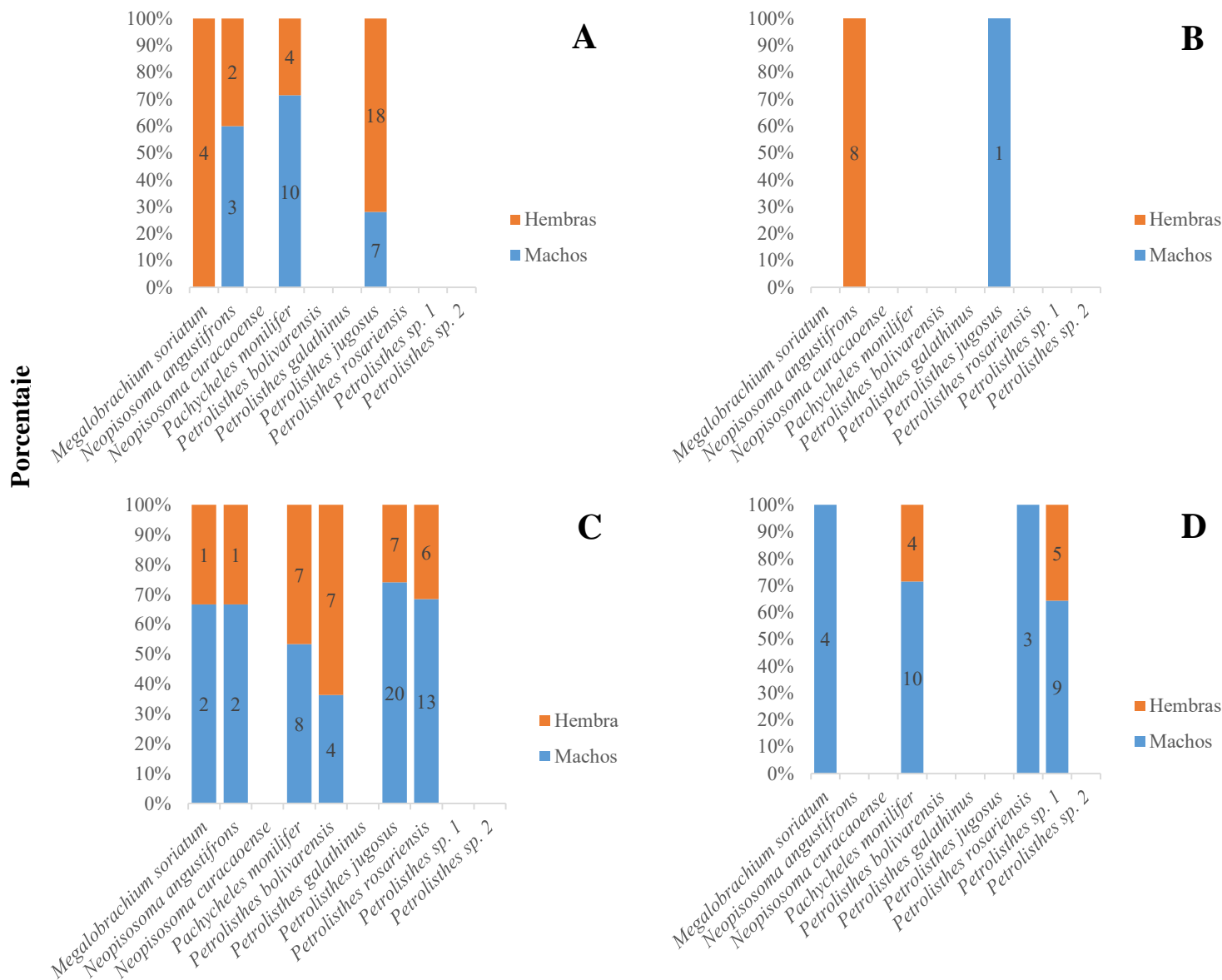


Figura 19. Proporción sexual por especie, A, abril de 2015; B, agosto de 2015; C, abril de 2016; D, agosto de 2016.

Tallas

Para este trabajo, las tallas de los organismos colectados en La Perla del Golfo van de los 1.8 mm hasta los 9.7 mm de LC; *M. soriatum*, 1.8 - 6.9 mm; *N. angustifrons* de 1.9 a 5.2 mm; *N. curacaoense* de 3.4 a 4.1 mm; *P. monilifer* de 3.2 a los 7.1 mm; *P. bolivarensis* de 4.4 a 7.9 mm; *P. galathinus* de 2.6 a 5.8 mm; *P. jugosus* de 2 a 4.6 mm; *P. rosariensis* de 2.3 a 7 mm; *Petrolisthes* sp. 1, de 3.3 a 9.7 mm; y *Petrolisthes* sp. 2, 3.3 mm (Figuras 20, 21 y 22).

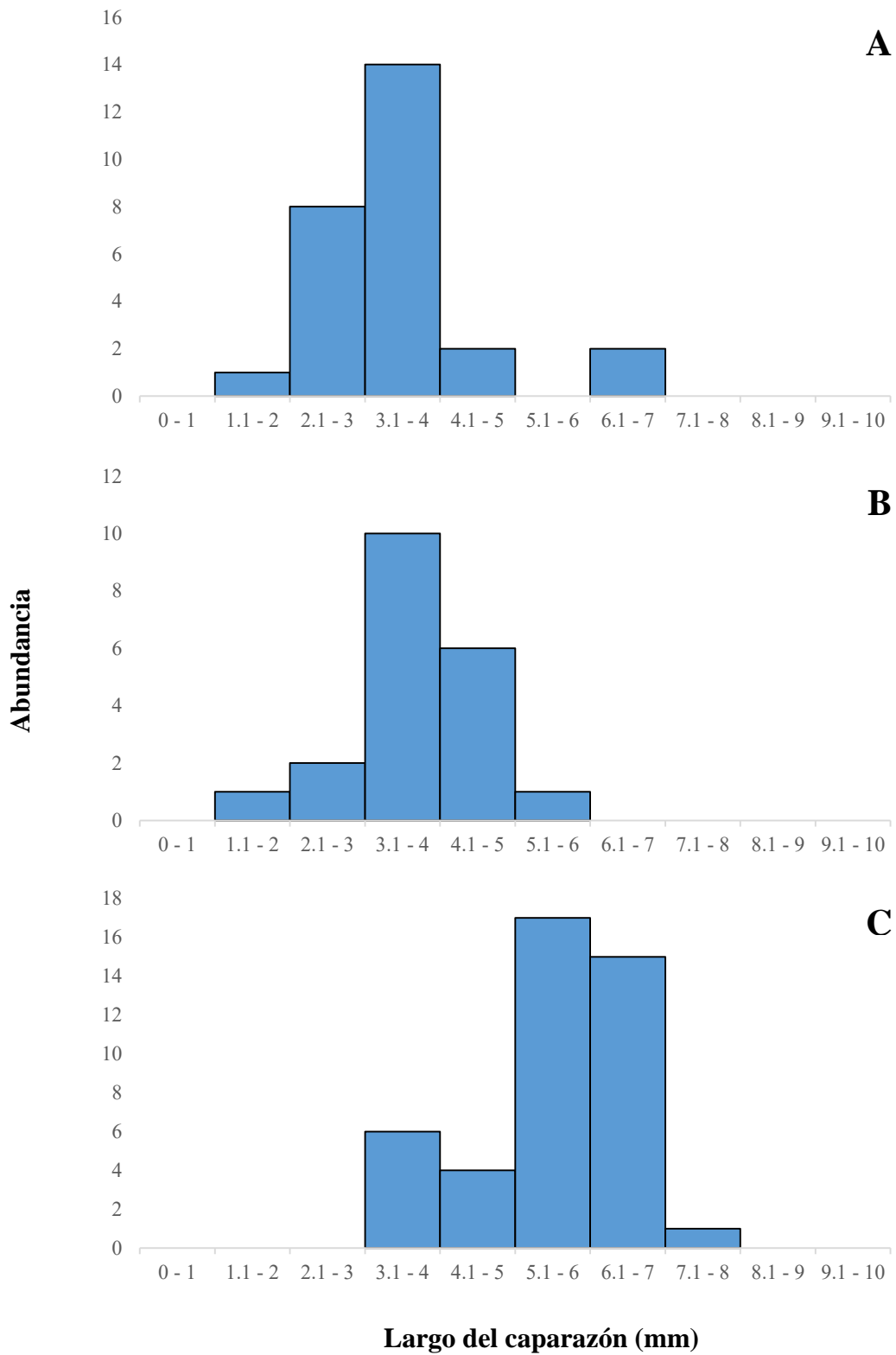


Figura 20. Abundancia del largo de caparazón de A) *M. soriatum*; B) *N. Angustifrons*; C) *P. monilifer*.

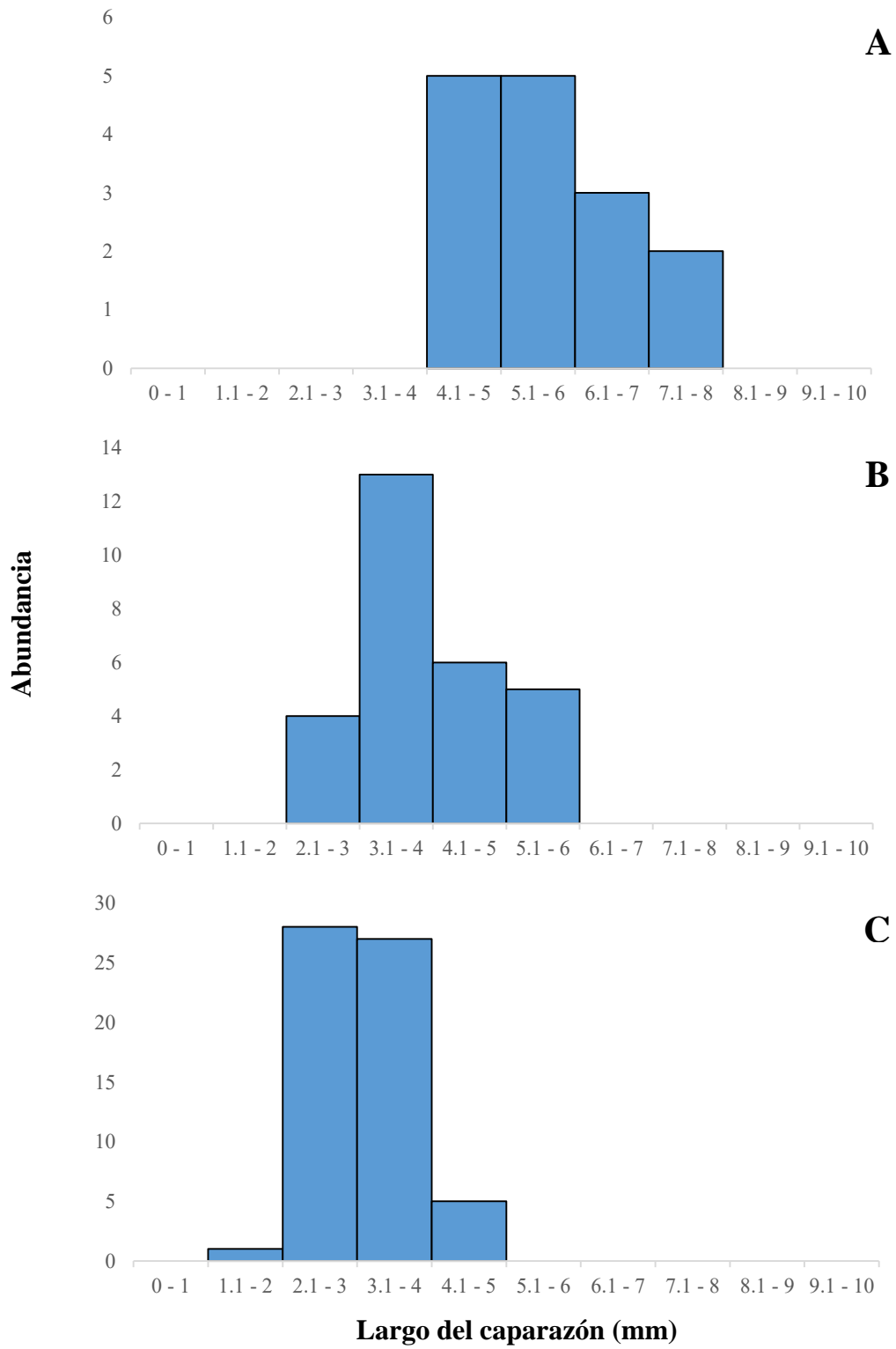


Figura 21. Abundancia del largo de caparazón de A) *P. bolivarensis*; B) *P. galathinus*; C) *P. jugosus*.

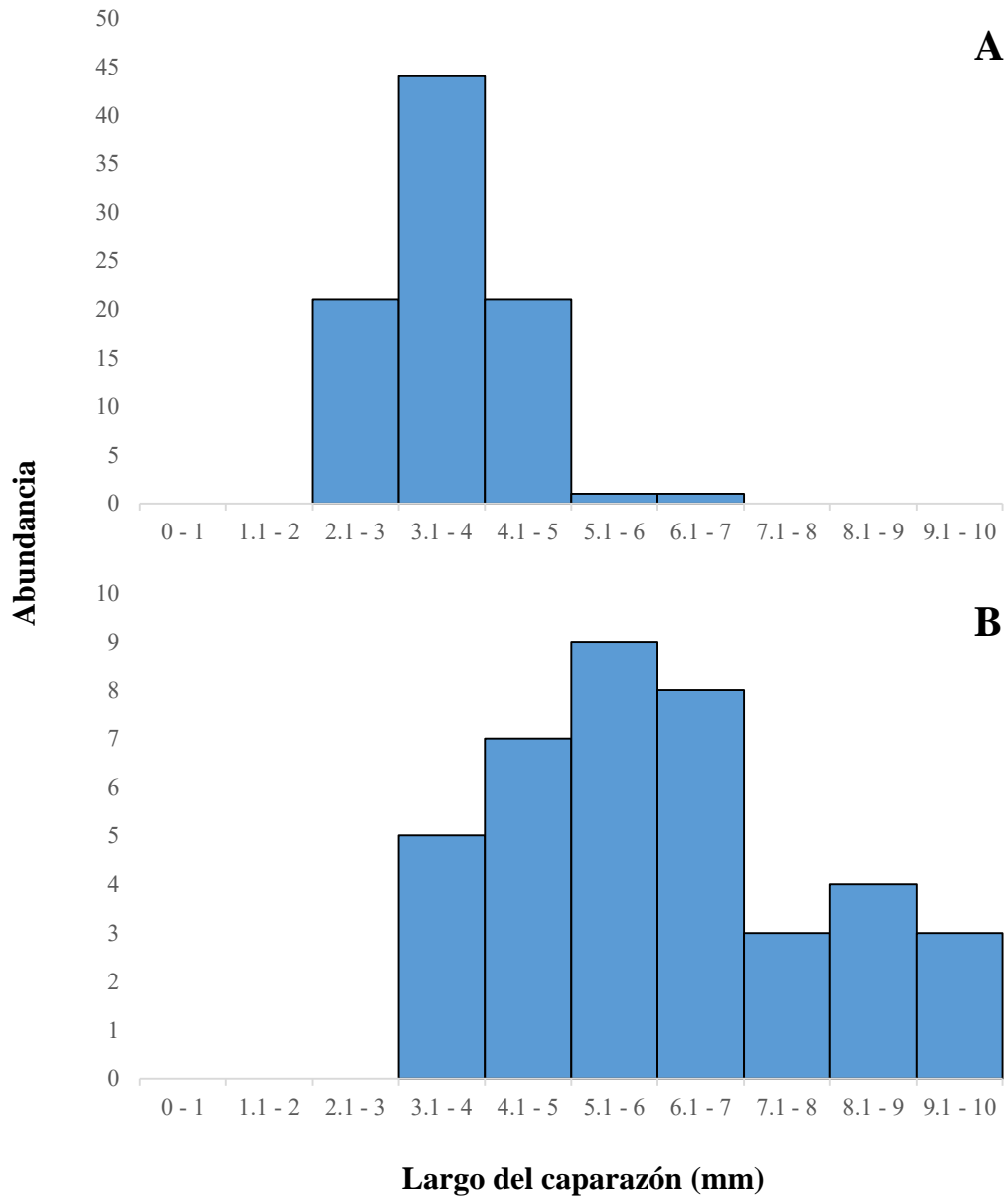


Figura 22. Abundancia del largo de caparazón de A) *P. rosariensis*; B) *Petrolisthes sp. 1.*

Fecundidad

La Figura 23 muestra el promedio de huevos con respecto al promedio del largo del caparazón en milímetros por cada especie de porcelánido. *P. monilifer* presentó un promedio 110 huevos, y una media del largo de caparazón de 6 mm; *N. angustifrons* 72 huevos y 3.7 mm; *Petrolisthes* sp. 1, 43 huevos y 6 mm; *M. soriatum* 28 huevos y 3.3 mm; *P. jugosus* 20 huevos y 3.5 mm; *P. rosariensis* 15 huevos y 3.8 mm; *P. bolivarensis* 7 y 6.5 mm; *N. curacaoense* y *Petrolisthes* sp. 2, no presentaron promedios de huevos ni de largo del caparazón ya que sólo se obtuvo una hembra ovígera por especie; *N. curacaoense* presentó 48 huevos y un largo de caparazón de 4.1 mm; *Petrolisthes* sp. 2, presentó 22 huevos y un largo de caparazón de 3.3 mm. En el caso de *P. galathinus*, no se encontró ninguna hembra ovígera. Se obtuvieron hembras ovígeras de nueve especies (Figura 24).

La abundancia y riqueza específica de hembras ovígeras para cada muestreo fluctuó, siendo abril de 2015 el mes que presentó una mayor abundancia y una mayor riqueza específica con un total de 25 hembras ovígeras y cuatro especies diferentes. La especie más abundante fue *P. jugosus*, presentó 15 hembras ovígeras, seguido de *P. monilifer* y *M. soriatum*, ambas con cuatro hembras ovígeras. La especie *N. angustifrons* fue la que menos hembras ovígeras presentó, con dos solamente. En agosto de 2013, hubo 19 hembras ovígeras de tres especies, *P. columbensis* con 11; *Petrolisthes* sp. 1, con siete y *Petrolisthes* sp. 2, con una. En abril de 2016, se observaron 11 hembras ovígeras de tres especies. En mayo de 2013 y agosto de 2014 hubo una hembra ovígera y una especie. Mayo de 2014, presentó una hembra ovígera de *P. bolivarensis*, agosto de 2014 una de *P. jugosus*; finalmente, es importante resaltar que en mayo de 2014 y junio de 2014, no se colectaron hembras ovígeras.

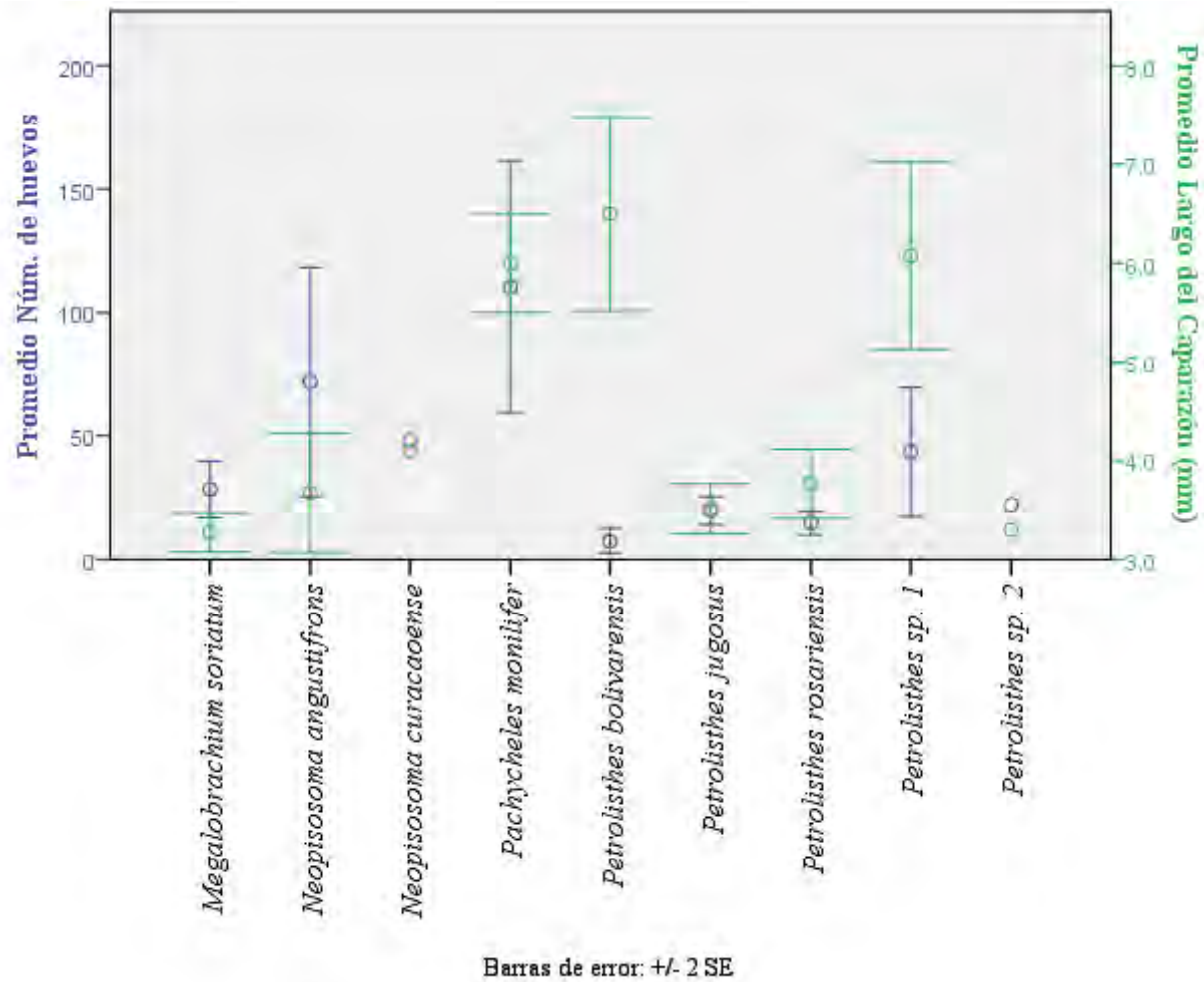


Figura 23. Promedio del número de huevos con respecto al promedio del largo del caparazón (mm) por cada especie de porcelánido.

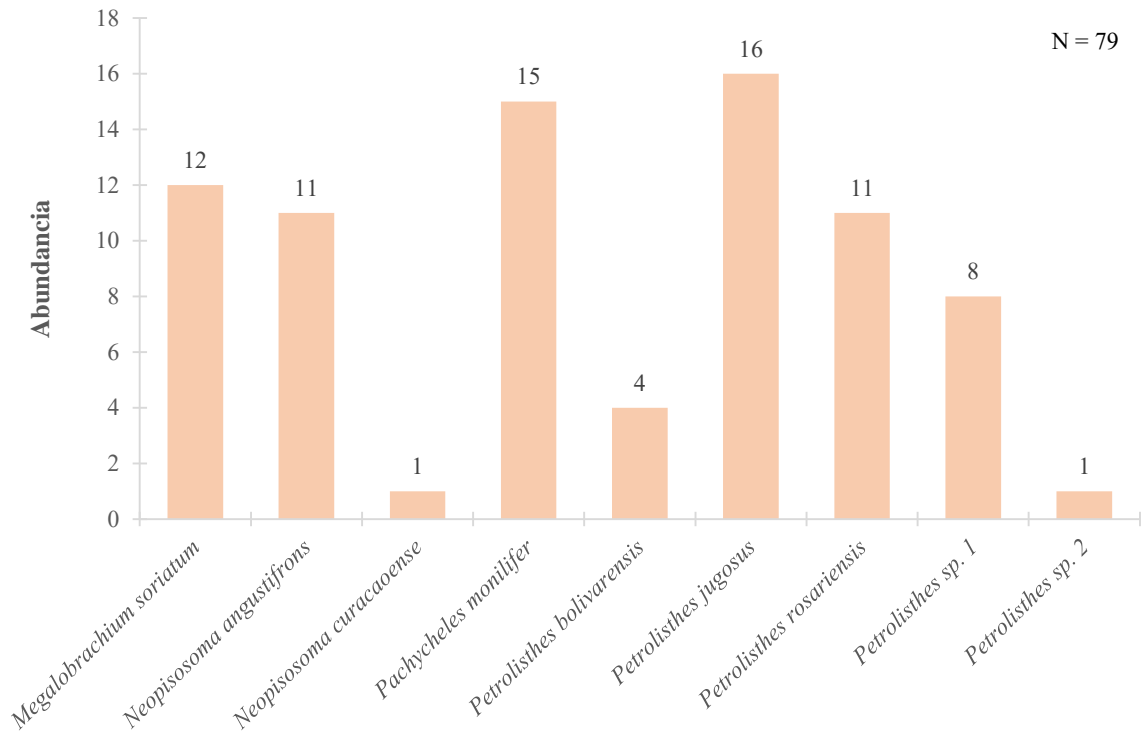


Figura 24. Abundancia de hembras ovígeras colectadas de mayo de 2013 a agosto de 2016.

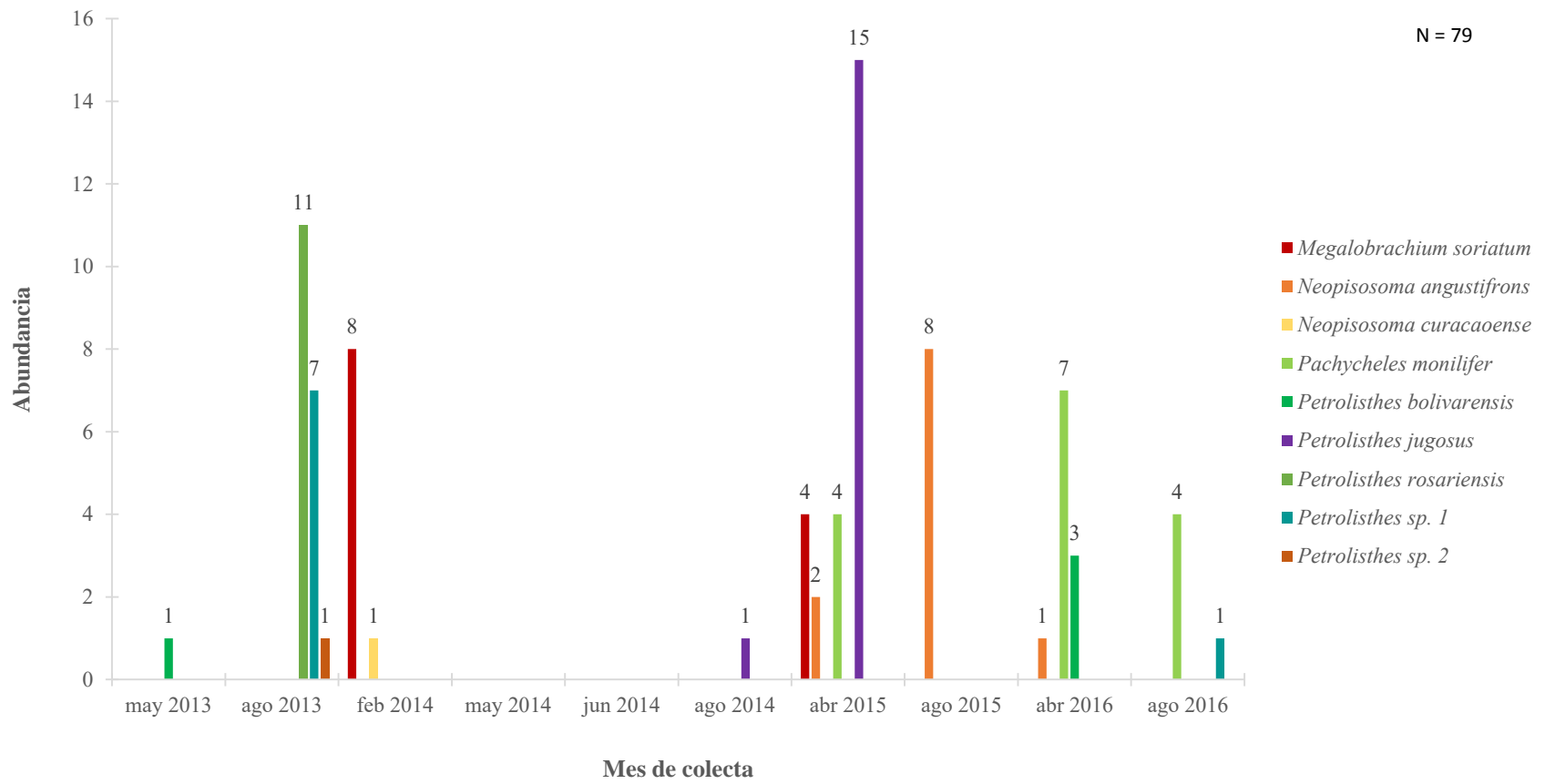


Figura 25. Abundancia y riqueza específica de hembras ovígeras por cada mes de muestreo.

El número de huevos de las hembras ovígeras por especie se muestra en la figura 26. *Pachycheles monilifer* fue quien presentó hembras ovígeras con mayor (296) y menor (dos) número de huevos. En orden decreciente, continua *N. angustifrons*, presentando hembras ovígeras con un máximo de 206 huevos y un mínimo de cinco. Las hembras ovígeras de *Petrolisthes* sp. 1, presentaron entre 114 y ocho huevos; *M. soriatum*, 79 y ocho; *P. jugosus*, 41 y cinco huevos; *P. rosariensis*, 29 y cinco huevos; finalmente, *P. bolivarensis*, 14 y dos huevos. *N. curacaoensis* y *Petrolisthes* sp. 2, presentaron únicamente una hembra ovígera por especie presentando 48 y 22 huevos respectivamente.

El número de huevos de las hembras ovígeras comparado con el largo del caparazón de cada especie se muestra en la figura 27. Se puede observar que *P. monilifer* es la especie que presenta mayor número de huevos y es la segunda especie con una mayor longitud de caparazón. La especie *Petrolisthes* sp. 1, es la especie con mayor longitud de caparazón aunque presenta un conteo de huevos relativamente bajo (114 máximo). *N. angustifrons* es la especie que presenta menor longitud de caparazón aunque llega a presentar un número relativamente grande de huevos (206 máximo).

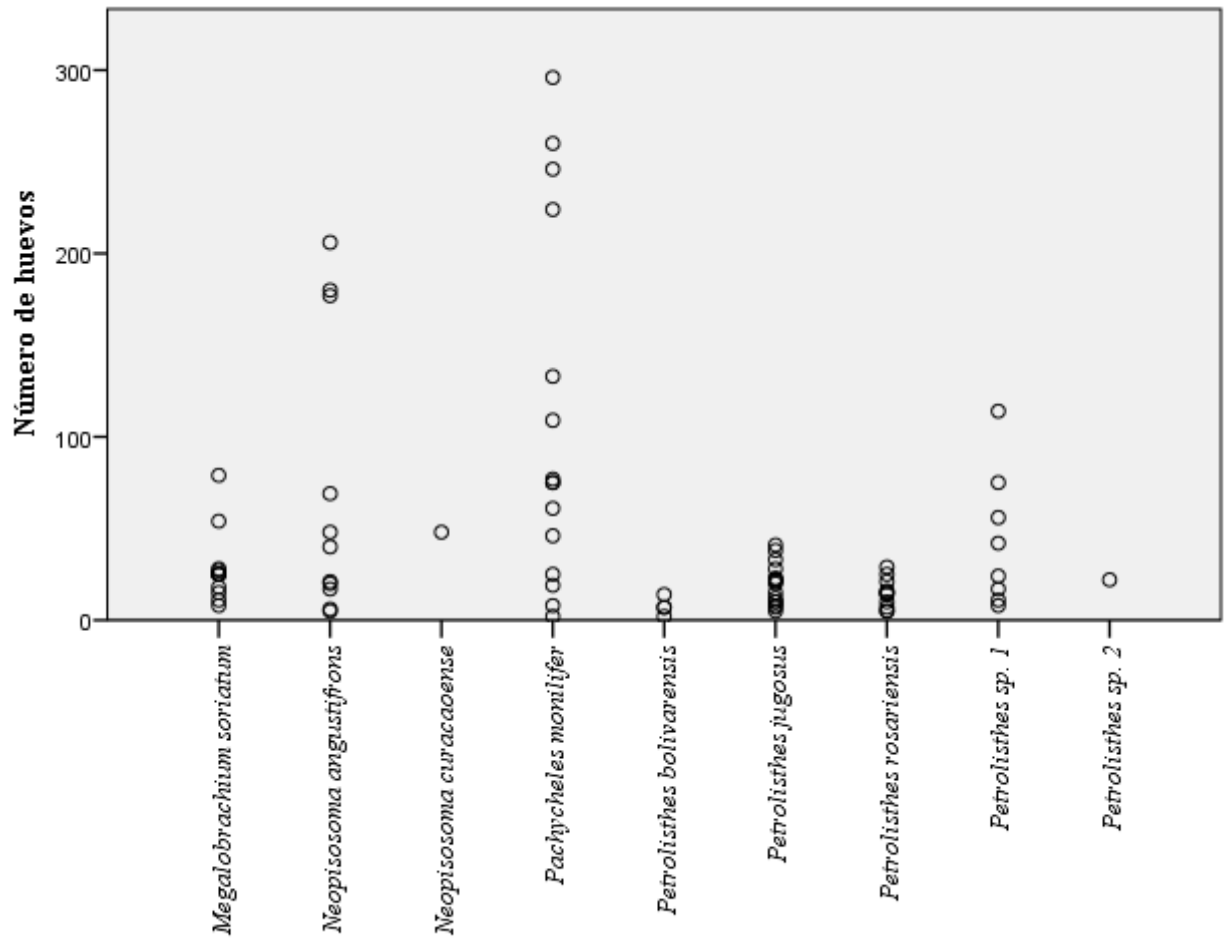


Figura 26. Número de huevos de cada hembra ovígera por especie colectada de mayo de 2013 a agosto de 2016.

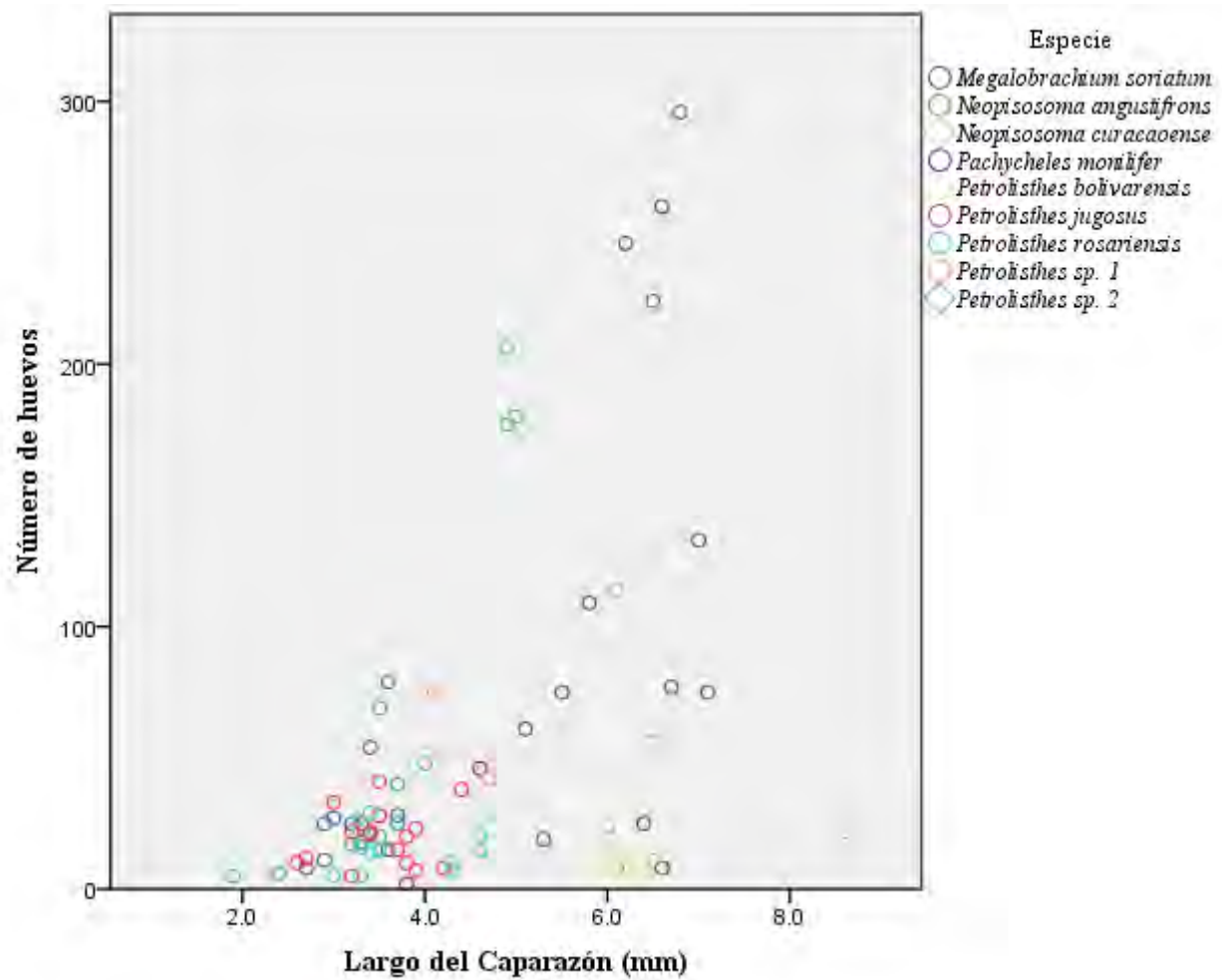


Figura 27. Número de huevos de las hembras ovígeras comparado con el largo del caparazón de cada especie colectada de mayo de 2013 a agosto de 2016.

DISCUSIÓN

Una de las principales dificultades que se presentaron al realizar este trabajo fue la identificación taxonómica de dos especies, *Petrolisthes* sp. 1 y *P. bolivarensis*. En el caso de *Petrolisthes* sp. 1, ésta comparte características morfológicas con *P. bolivarensis* a excepción de la coloración. Las características que no comparte *Petrolisthes* sp. 1 son las que representan el problema taxonómico: no presenta un punto conspicuo, amarillo a naranja en la articulación del propodio y el dactilo del quelípodo, tampoco presenta un patrón rojo y azul en la anténula, líneas longitudinales azules en el carpo y propodio del tercer maxilípodo ni el dactilo azul. Lo anterior podría significar que nos encontramos con un nuevo morfotipo del complejo *Galathinus* ya que la morfometría de la quela mayor de ambas especies (*Petrolisthes* sp. 1 y *P. bolivarensis*).

Petrolisthes sp. 2 comparte características morfológicas con *P. rosariensis* a excepción de la presencia de 5 espinas móviles en los dactilos de las patas caminadoras, en vez de cuatro. Ésta diferencia es de suma importancia ya que el número de espinas en los dactilos es una característica diagnóstica en el reconocimiento de especies presentes en el complejo *Galathinus*. Se tuvo únicamente un organismo con este morfotipo y puede llegar a ocurrir que algunos organismos presenten caracteres morfológicos aumentados o disminuidos como el número de espinas epibranquiales, las espinas de los dedos en las patas caminadoras, etc. (Villalobos com. pers.) y es probable que éste sea el caso.

El muestreo representó un gran esfuerzo de colecta, ya que el ambiente en el arrecife La Perla del Golfo es muy dinámico, pues es una localidad con oleaje intenso y hacer buceo libre en profundidades de 2 a 5 m representó un reto. El retirar la bioconcrecencia o la misma roca es un trabajo complicado al haber mucho movimiento. Se intentó que todos los organismos asociados a los sustratos, permanecieran dentro de las muestras aunque en algunas ocasiones algunos individuos cayeron fuera de las cubetas.

Abundancia de especies

De las 10 especies presentes, *P. rosariensis* fue la más abundante, la especie que le siguió fue *P. jugosus*. En conjunto estas dos especies representan poco menos de la mitad de los individuos de todo el estudio (46%) registrados para este arrecife coralino. *P. rosariensis* registró 64 individuos en agosto de 2013; esto puede deberse a un patrón presente en algunas especies llamado “especies fugitivas”, el cual consiste en un crecimiento poblacional mediante una rápida reproducción, mientras los factores ambientales o los recursos sean abundantes, y un decrecimiento poblacional cuando existe un disturbio o perturbación ambiental permitiendo de esta manera que exista un recambio continuo de especies (Álvarez, com. pers.; Jaksic y Marone, 2007). Ésta fluctuación en la abundancia de especies se ha descrito para sistemas costeros del Golfo de México en sistemas lagunares así como en zonas intermareales rocosas (Hernández-Álvarez *et al.*, 2010).

Las ocho especies restantes: *P. monilifer*, con 43 individuos; *Petrolisthes* sp. 1, con 39 individuos; *P. galathinus*, con 28 individuos; *M. soriatum*, con 27 individuos; *N. angustifrons*, con 20 organismos; *P. bolivarensis*, con 13 organismos; *N. curacaoense*, con tres organismos y *Petrolisthes* sp. 2, con un organismo, fueron menos abundantes y en distribuciones temporales distintas. Esto puede deberse al recambio de especies por factores ambientales (Tabla 2). Según Hernández-Álvarez *et al.* (2010), los arrecifes de coral son caracterizados como una de las zonas con sustrato duro. La comunidad de crustáceos en estas zonas pasa por un recambio constante de especies debido a las condiciones ambientales cambiantes y muy dinámicas. De manera particular, La Perla del Golfo es un sitio el cual está sujeto a una estacionalidad bien definida: secas, lluvias y nortes. Así, se podría estar evitando un establecimiento de especies por amplios periodos debido a estas condiciones cambiantes. Sin embargo, hay especies que por sus características intrínsecas (como rápida producción, reproducción a temprana edad) llegan a ser dominantes ante otras o permanecen por tiempos prolongados.

Las ocho especies de porcelánidos ya descritas y los dos nuevos morfotipos se encontraron en un arrecife de complejidad media donde la especie de coral abundante es *Porites porites*, mientras que las especies de coral comunes para esta zona son *Siderastrea*

radians y *Pseudodiploria clivosa*. El coral *Porites porites* presenta una estructura morfológica relativamente simple y es un organismo de crecimiento masivo (García-Bernal, 2018), y sin ramificaciones por lo que la bioconcrecencia a ésta colonia coralina es abundante. Al ser la especie de coral dominante, existe una cantidad abundante de esta bioconcrecencia en el arrecife. Según Werding (1984), muchas especies pertenecientes a la familia Porcellanidae dependen hasta cierto grado de organismos sésiles formadores de oquedades o que permitan el acceso a hábitats, as especies de coral observadas en este sitio, permiten tener una complejidad en la cual los porcelanidos tienen oquedades en donde refugiarse. Esto podría explicar la abundante riqueza específica de esta comunidad de crustáceos en este sitio.

Tabla 2. Factores ambientales dominantes en el Golfo de México. Tomado y modificado de Caso *et al.*, 2004.

Salinidad		Temperatura		Oxígeno disuelto	Clorofila A	
36.5 UPS	0 - 70 m	>29°C	julio a septiembre	4 - 5 ml/L	Punto mínimo	0.5 mg/m ³
		>25°C	diciembre a abril		Punto máximo	3.0 mg/m ³

Proporción sexual

La proporción sexual de la comunidad fue variable con respecto a las distintas especies pero no varió estadísticamente de la proporción esperada 1:1 entre sexos. Las especies *N. curacaoense* y *Petrolisthes* sp. 2, no se realizó un análisis estadístico ya que no presentaron más de 10 organismos. En la mayoría de los casos los machos fueron más numerosos que las hembras, excepto en el caso de las especies *M. soriatum*, *N. angustifrons* y en *P. bolivarensis*. Esto puede deberse a errores en el muestreo y a las áreas que se utilizaron para recolectar la bioconcrecencia y la roca. Se sabe que los machos siempre son más activos que las hembras, en búsqueda de apareamiento o defender su territorio. Mientras que las hembras son más pasivas debido a que el estado reproductivo ocasiona un periodo de vulnerabilidad ante los depredadores y el continuo oleaje. Por tanto están menos expuestas,

pues el estar cargando bajo el abdomen la masa ovígera compromete su sobrevivencia. A pesar de los esfuerzos para muestrear por todo el arrecife de coral esto no fue posible y se tienen áreas donde hubo un mayor esfuerzo de muestreo con respecto a otras. Las muestras de algunas especies son poco numerosas y esto provoca que no sean representativas en cuanto a proporción sexual. Según Krebs y Davies (1984), las proporciones entre machos y hembras deben ser siempre tendientes a 1:1. Cualquier diferencia en cuanto a las proporciones entre machos y hembras debería estar atribuida a un dimorfismo sexual como puede ser el tamaño del individuo macho o hembra y no se puede afirmar que esto suceda en las especies reportadas.

Tallas

Las mediciones de las tallas de la comunidad de porcelánidos en La Perla del Golfo fueron desde los 1.8 mm hasta los 9.7 mm de largo del caparazón (LC). En general las especies presentaron diferencias de tamaño con otros estudios realizados (Werding, 1982; Galicia, 2003; Werding y Kraus, 2003). *M. soriatum*, presentó machos y hembras ovígeras más grandes en largo de caparazón y hembras no ovígeras más pequeñas con respecto a Galicia (2003). *Neopisosoma curacaoense*, presentó machos más pequeños en largo de caparazón y hembras ovígeras más grandes con respecto a Galicia (2003). *Neopisosoma curacaoense* presentó machos más pequeños en largo de caparazón y hembras del mismo tamaño con respecto a Galicia (2003). *Pachycheles monilifer*, *P. galathinus* y *P. jugosus* presentaron organismos más grandes en general con respecto a Galicia (2003). *Petrolisthes bolivarensis* presentó organismos más pequeños en general con respecto a Werding y Kraus (2003). De acuerdo con Sastry (1983), estas diferencias suponen variaciones en las tallas de las especies por la latitud o los diferentes ambientes de donde fueron colectadas. Tanto el tamaño como la distribución de los individuos en las poblaciones dependen de una variedad de factores como lo son la presión de predación y los recursos disponibles en el medio, principalmente (Hirst y López-Urrutia, 2006; Krafft *et al.*, 2007).

Fecundidad

La fecundidad estima el estado reproductivo de una población y varía en crustáceos debido a factores como el tamaño de la especie y la edad de los organismos (Kinne, 1970;

Annala *et al.*, 1980; Civera y Cruz, 1982; Hernáez y Palma, 2003). Las variaciones de la fecundidad se relacionan y controlan a los procesos de reclutamiento de una población además de explicar la dinámica poblacional en cangrejos e inferir patrones en la historia de vida de una especie (King, 1995; Armendáriz, 2008).

La familia Porcellanidae, posee una fecundidad variable con respecto a los distintos géneros. El género *Petrolisthes*, se ha registrado un número de huevos que va de 14 a los 3,683; el género *Pachycheles* ha registrado un número de huevos que va hasta los 5 968; el género *Neopisosoma* ha registrado un intervalo de huevos que va de 2 a 284 (Antezana *et al.*, 1965; López *et al.*, 1997; Hernáez, 2001; Hernáez y Pinheiro, 2001; Hernáez y Palma, 2003; Armendáriz, 2008). Se puede inferir que el número promedio de huevos que presentaron las especies de porcelánidos reportados para éste estudio es bajo, a excepción del género *Neopisosoma*. El bajo número de huevos podría estar suponiendo que el número de hembras ovígeras reportadas para cada especie es demasiado bajo como para poder tener una muestra representativa. Se deben coleccionar un mayor número de hembras ovígeras para comparar el promedio del número de huevos, aumentando la muestra para hacerla más representativa.

La especie que presentó mayor fecundidad fue *P. monilifer* (110), además de presentar los máximos valores en número para abril de 2015, seguido de abril de 2016. Fransozo y Bertini (2001), encontraron que el periodo de cría de ésta especie va de marzo a septiembre, lo cual resulta consistente con los resultados encontrados. El mes de abril y de agosto son los que presentan los picos máximos en cuanto a periodo de cría en la zona de estudio, esto con respecto al mayor número de hembras ovígeras coleccionadas. Los meses con picos máximos están incluidos en el periodo de secas que existe en la región, que va de marzo a junio y el comienzo de la época de lluvias que va de julio a noviembre. Estos periodos podrían estar dando las condiciones de temperatura, salinidad y oxígeno óptimas para que la fecundidad sea alta en los organismos.

La especie *N. angustifrons* exhibió presencia de hembras ovígeras en abril de 2015 y 2016 con un porcentaje del 40% y 33% respectivamente pero fue agosto de 2015, donde se presentó un 100% de hembras ovígeras. Según Armendáriz (2008), ésta especie presentó

hembras ovígeras la mayor parte del año en una playa rocosa cercana al área de estudio y no existió una temporada marcada de reproducción aunque sí existieron picos reproductivos en abril, mayo y julio. El estudio presentado por Armendariz (2008), sugiere que en abril se debieron encontrar muchas más hembras ovígeras, sin embargo no fue así. La mayor parte de las hembras ovígeras se observan en agosto, lo cual plantea una interrogante sobre las razones que moldean estos máximos.

Petrolisthes sp. 1, no tiene un registro debido a que no se acopla a ninguna especie descrita anteriormente por lo que no se puede decir mucho acerca de la dinámica reproductiva. Ésta especie presentó hembras ovígeras únicamente en el mes de agosto, lo que podría estar sugiriendo que en éste mes existe un pico reproductivo. Se recomienda continuar con los estudios en esta zona y poder tener un seguimiento anual de la reproducción de estos organismos.

La especie *M. soriatum* presentó hembras ovígeras en febrero de 2014 y abril de 2015, siendo este último mes el que tuvo un 100% de hembras ovígeras. La especie *P. jugosus*, presentó hembras ovígeras únicamente en los meses de agosto de 2014 y abril de 2015 teniendo un 16% y un 60% respectivamente. Esto podría sugerir que el mes de abril podría ser considerado como época reproductiva pero, en el caso de *M. soriatum*, el 100% de hembras ovígeras representa únicamente a cuatro de ellas, además de que en abril de 2016 no se colectó ninguna hembra ovígera para ambas especies. La baja abundancia en estos meses puede deberse a una recolecta incompleta o incluso a un periodo de establecimiento corto por parte de esta especie debido a las condiciones ambientales o incluso a las relaciones de competencia interespecífica de la comunidad (Hernández *et al.*, 2010).

P. rosariensis presentó hembras ovígeras únicamente en el mes de agosto de 2013, a pesar de que se hicieron muestreos en ese mismo mes del año 2014, 2015 y 2016. *P. bolivarensis* presentó hembras ovígeras en mayo de 2013 y abril de 2016. Cabe mencionar que únicamente aparecieron hembras ovígeras en esos periodos. No se puede decir que existe un pico de reproducción en estos meses y lo que se podría sugerir son estos patrones de recambio de especies debido a condiciones ambientales o competencia en la comunidad de

porcelánidos (Hernández *et al.*, 2010) o incluso una fluctuación en los factores abióticos o disponibilidad de alimento.

Las especies *N. curacaoense* y *Petrolisthes sp. 2*, presentaron únicamente una hembra ovígera y *P. galathinus* no presentó hembras ovígeras en ninguna fecha de muestreo. Esto puede explicarse, para *N. curacaoense* y *Petrolisthes sp. 2*, por la baja abundancia en las muestras. *N. curacaoense* presentó tres organismos en total y *Petrolisthes sp. 2*, únicamente uno. En el caso de *P. galathinus*, se colectaron únicamente machos y hembras no ovígeras de los meses de mayo y agosto de 2013 y 2014. La falta de hembras ovígeras podría sugerir que los meses en los que existe un pico reproductivo son algunos de los meses en donde no se tuvieron colectas asociadas.

El esfuerzo reproductivo, entendido como el gasto energético invertido por las hembras en su producción ovígera, es de suma consideración para entender los patrones reproductivos. El gasto energético, medido en calorías, es directamente proporcional al tamaño de la hembra, así a hembras más grandes, mayor esfuerzo reproductivo y a hembras con menor tamaño, menor esfuerzo reproductivo (Hines, 1982; Belmont-Hernández, 2006). De acuerdo a Jensen (1958), en malacostracos marinos, el número absoluto de huevos (fecundidad acumulada) puede ser determinado por factores ambientales, mientras que el número relativo de huevos (fecundidad realizada) debe tener relación lineal con el largo del caparazón de la hembra.

De acuerdo al promedio de huevos con respecto al promedio del largo del caparazón tenemos que las especies *M. soriatum*, *N. angustifrons*, *P. monilifer*, *P. jugosus* y *P. rosariensis*, presentaron una media aritmética relativamente consistente con la media aritmética del tamaño del caparazón. Caso contrario a las especies *P. bolivarensis* y *Petrolisthes sp. 1*, en las cuales la media aritmética del largo del caparazón parece no corresponder a la media aritmética del número de huevos que presentan. La nula correspondencia entre el tamaño de los organismos y el número de huevos puede ser resultado de varios factores, como un patrón reproductivo donde se incluya la maduración temprana, además de alta actividad reproductiva a través de las distintas temporadas (Carlson y Ebersole, 1995). Lo que podría estar ocasionando la aparición de hembras ovígeras con

muy pocos huevos a tempranas edades e incluso a edades avanzadas de los organismos lo que daría como resultado una baja fecundidad en hembras jóvenes y muy maduras. La alta actividad reproductiva de estas hembras es consistente con las tallas grandes que presentan muy pocos huevos. Puede explicarse también debido a una pérdida de huevos en los organismos debido al manejo y transporte de los mismos, entonces se podrían tener hembras de grandes tallas con pocos huevos debido a la pérdida de estos.

CONCLUSIONES

1. La riqueza específica de la familia Porcellanidae fue de ocho especies y dos morfotipos nuevos en el área de estudio.
2. *P. rosariensis* fue la especie más abundante en el área de estudio.
3. Las tallas de porcelánidos en el arrecife de La Perla del Golfo van desde los 1.8 mm hasta los 9.7 mm.
4. La especie más grande fue *Petrolisthes* sp. 1 con una medida de LC que fue de 3.3 – 9.7 mm y la especie más pequeña fue *M. soriatum* con una medida de LC que fue de 1.8 – 6.9 mm.
5. La proporción sexual de la comunidad de porcelánidos no varió estadísticamente de la proporción esperada 1:1 ($X^2 = 2.58$, $p < 0.05$), pero se debe aumentar el número de la muestra.
6. Existen distintos patrones reproductivos entre las especies de porcelánidos de La Perla del Golfo, habiendo especies con periodos definidos y otras con aparición irregular de hembras ovígeras a lo largo del muestreo.
7. El mes de abril y agosto presentaron una mayor cantidad de especies con hembras ovígeras en el muestreo.
8. El promedio del número de huevos con respecto al tamaño promedio del caparazón (LC) es consistente en las especies *N. angustifrons*, *N. curacaoense*, *P. monilifer*, *P. jugosus*, *P. rosariensis* y *Petrolisthes* sp. 2; en las especies *M. soriatum*, *P. bolivarensis* y *Petrolisthes* sp.1 no lo es.

LITERATURA CITADA

- Abele, L. G. y W. Kim. (1986). *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida*. Department of Environmental Regulation. Technical Series. **8**:1- 413 y 421.
- Ahyong, S. T., J. K. Lowry, M. Alonso, R. N. Bamber, G. A. Boxshall, P. Castro, S. Gerken, G. S. Karaman, J. W. Goy, D. S. Jones, K. Meland, D. C. Rogers y J. Svavarsson. (2011). Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. *En Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*, Z. Q. Zhang (ed.). *Zootaxa*. **3148**:165-191.
- Annala, J., J.L. Mckoy, J. Booth y R. Pike. (1980). Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda, Palinuridae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. **14**:217-228.
- Antezana, T., E. Fagetti y M. T. López. (1965). Observaciones bioecológicas en decápodos de Valparaíso. *Revista de biología marina*. **12**: 1-60.
- Appeltans, W., S.T. Ahyong, G. Anderson, M.V. Angel, *et al.* (2012). The magnitude of global marine species diversity. *Current Biology* 22: 2189-2202.
- Armendariz, G. M. (2008). Fecundidad de *Neopisosoma angustifrons* (Benedict, 1901) (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae) Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 65 pp.
- Belmont-Hernández, O. L. (2006). Fecundidad y esfuerzo reproductivo de tres especies de langostinos, *Macrobrachium spp.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 66 pp.
- Boschi, E. y M.A. Scelzo. (1967). *Desarrollo larval de dos especies de Crustáceos Decápodos en el laboratorio. Pachycheles haigae Rodrigues Da Costa (Porcellanidae) y Chasmagnathus granulata Dana (Grapsidae)*. Instituto de Biología Marina. Universidades Nacionales de Buenos Aires, La Plata y del Sur P. E. de la Provincia de Buenos Aires. Boletín N° 12.
- Brusca, R.C. y G.J. Brusca. (2003). *Invertebrates*. Sinauer Associates. Massachusetts. 938 p.
- Caddy, J.F. (1989). *Marine invertebrate fisheries. Their assessment and management*. John Wiley y Sons. New York. 752 p.
- Carabias, J., J. A. Meave, T. Valverde y Z. Cano-Santana. (2009). Capítulo 2 – Ecología de Poblaciones en *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. Pearson educación. México. pp. 22-24.
- Carlson, D. y J. P. Ebersole. (1995). Life-history variation among three temperate hermit crabs: the importance of size in reproductive strategies. *The Biological Bulletin*. **188**: 329-337 pp.
- Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Comp.). (2004). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Volumen 1. Instituto Nacional de Ecología. 626 pp.
- Civera, R. y L. Cruz. (1982). Bioensayos de incubación artificial del acocil *Cambarellus montezumae*, (Saussure, 1858) (Decapoda, Astacidea). Tesina. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. *Universidad Nacional Metropolitana*. 75 p.

- Clarke, A. (1991). Reproduction in the cold: Thorson revisited. *Invertebrate Reproduction and Development*. **2**(1-3): 175-184.
- Dugan, J., A. Wenner y D. Hubbard. (1991). Geographic variation in the reproductive biology of the sand crab *Emerita analoga* (Stimpson) on the California Coast. *Journ. exp. mar. Biol. Ecol.* **150**: 63-81.
- FAO documento técnico de pesca. (1989). Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. Disponible en línea en <<http://www.fao.org/3/a-t0169s.pdf>> consultado el 27 de julio de 2016.
- Felder, D. L., F. Alvarez, J. W. Goy y R. Lemaitre. (2009). Capítulo 59 – Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea en *Gulf of Mexico Origin, Waters and Biota: Volume I Biodiversity*. Texas A&M University Press, College Station, Texas. Pág. 1067.
- Fransozo, A. y G. Bertini. (2001). Population structure and breeding period of *Pachycheles monilifer* (Dana) (Anomura, Porcellanidae) inhabiting sabellariid sand reefs from the littoral cost of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. **18** (1): 197 – 203.
- García-Bernal, A. (2018). Comparación de la diversidad y complejidad estructural de dos arrecifes de coral: La Perla del Golfo, Veracruz y Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 84 pp.
- Galicia-Castillo, G.C. (2003). Los porcelánidos (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae) de la costa y plataforma continental Este de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 92 p.
- Galicia-Castillo, G.C. y J.L. Hernández-Aguilera. (2005). Cangrejos porcelánidos. En J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral-Almazán y V. Arenas-Fuentes (Eds.), *Camarones, langostas y cangrejos de la costa este de México*. Volumen I (pp. 237-262). México: CONABIO.
- García-Madrigal, M.S., J.L. Villalobos, F. Alvarez y R. Bastida-Zavala. (2012). Estado del conocimiento de los crustáceos de México. *Ciencia y Mar*. **46**: 43-62.
- García-Montes, J.F., A. Gracia y L.A. Soto. (1987). Morphometry relative growth, and fecundity of the Gulf Crab, *Callinectes smilis* Williams, 1966. *Ciencias Marinas*. **13**: 137-161.
- González-Pisani, X., C. Pastor de Ward y E. Dupré. (2006). Descripción del primer estadio larvario de *Pachycheles chubutensis* (Boschi, 1963) (Crustacea, Decapoda, Anomura) en Patagonia. *Investigaciones Marinas*. **34**(2): 191-196.
- Gore, R. H. (1977). *Neopisosoma angustifrons* (Benedict, 1901): The complete larval development under laboratory conditions, with notes on the larvae of the related genus *Pachycheles* (Decapoda; Anomura; Porcellanidae). *Crustaceana*, **33**(3): 248-300.
- Gore, R. H. (1982). Porcellanid crabs from the cost of Mexico and Central America (Crustacea: Decapoda: Anomura). *Smithsonian Contributions to Zoology*. **33** (3): 248-300.
- Gore, R.H. y L. Abele. (1976). Shallow water porcelain crabs from the Pacific Coast of the Panama and adjacent Caribbean waters (Crustacea. Anomura. Porcellanidae) *Smithsonian Contributions to Zoology*, **237**:1-3.

- Guevara, S.; J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (Eds). (2004). *Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra*. Instituto de Ecología. Xalapa. 288p.
- Guillén-Nieto, J.E. (1990). *Catálogo de los crustáceos decápodos de la provincia de Alicante*. Instituto de cultura “Juan Gil-Albert”. Alicante. 315 p.
- Haig, J. (1956). The Galatheidea (Crustacea, Anomura) of the Allan Hancock Atlantic expedition with review of the Porcellanidae of the Western North Atlantic. Allan Hancock Atlantic Expedition, Report **8**:1-44, lám. 1.
- Hernández, P. (2001). Producción y rendimiento reproductivo en *Petrolisthes granulosus* (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) en diferentes localidades del norte de Chile: una comparación latitudinal. *Investigaciones Marinas*. **29**(1): 73-81.
- Hernández, P. y M.A. Pinheiro. (2001). Production and reproductive output of four porcelain crab species from northern Chile. *Nauplius*. **9**(1): 43-52.
- Hernández, P. y S. Palma. (2003). Fecundidad, volumen del huevo y rendimiento reproductivo de cinco especies de porcelánidos intermareales del norte de Chile (Decapoda, Porcellanidae). *Investigaciones Marinas*. **31**(2): 35-45.
- Hernández-Álvarez, C., F. Álvarez y J. L. Villalobos. (2010). Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **81**: S141 – S151, 2010.
- Hernández-Pérez, J. R. (2015). *Estudio faunístico de los moluscos del arrecife “La Perla del Golfo”, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 80 pp.
- Hiller, A., H. Kraus, M. Almon y B. Werding. (2005). The *Petrolisthes galathinus* complex: Species boundaries based on color pattern, morphology and molecules, and evolutionary interrelationships between this complex and other Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **40** (2006) 547-569.
- Hines, A. H. (1982). Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. *Marine biology*. **69**: 309-320.
- Hirst, A. y A. López-Urrutia. (2006). Effects of evolution on egg development time. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **326**: 29–35.
- Jaksic, F. y L. Marone. (2007). *Ecología de comunidades*. Ediciones Universidad Católica de Chile. 336 pp.
- Jensen, J. P. (1958). The relation between body size and number of eggs in marine malacostrakes. *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri-og Havundersog*. **2**:1-25.
- Jones, M.B. y M.J. Simons. (1983). Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bulletin of Marine Science*. **33**: 656-670.
- King, M. (1995). *Fisheries biology, assessment and management fishing*. News Books. Oxford. 342 p.
- Kinne, O. (1970). Temperature: animal-invertebrates. En O. Kinne (ed.). *Marine Ecology. I. Environmental factors*. Wiley-Interscience. London. pp. 407-514.

- Krafft, B.A., K.M. Kovacs y C. Lydersen. (2007). Distribution of sex and age groups of ringed seals *Pusa hispida* in the fast-ice breeding habitat of Kongsfjorden, Svalbard. *Marine Ecology Progress Series*. **335**: 199-206.
- Krebs, J. R. y N. B. Davies. (1984). *Behavioural Ecology: An evolutionary approach*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. Londres. 493 pp.
- Lara-Dominguez, A.L.; J. López-Portillo; A. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. (2009). *Caracterización del sitio de manglar Sontecomapan* en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en línea en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM54_Sontecomapan_caracterizacion.pdf consultado el 5 de abril de 2016.
- López, L., T. Jeri, C. González y S. Rodríguez. (1997). Fecundidad y esfuerzo reproductivo de *Petrolisthes granulatus* (Guérin, 1835) en Iquique, Chile (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). *Investigaciones Marinas*. Valparaíso. 25:159 – 165.
- López-Chávez, C. (2017). *Diversidad del Phylum Echinodermata en el Arrecife de Coral Perla del Golfo, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 74 pp.
- Markham, J.C., F.E. Donath-Hernández, J.L. Villalobos-Hiriart y A. Cantú. (1990). Notes on the shallow-water marine Crustacea of the Caribbean coast of Quintana Roo, Mexico. *An. Inst. Biol. UNAM* **61**: 405-446.
- Martínez-Meyer, E., J.E. Sosa-Escalante y F. Alvarez. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección?. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S1-S9.
- McLaughlin, P.A. (1980) Comparative Morphology of Recent Crustacea. San Francisco, CA: W.H. Freeman. 177 p.
- Ortiz-Lozano, L., H. Pérez-España, A. Granados-Barba, C. González-Gándara, A. Gutierrez- Velazquez y J. Martos. (2013). The reef corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation. *Ocean & Coastal Management*. **86**: 22-32.
- Palma, S. y P. Arana. (1997). Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837) frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones Marinas*. Valparaíso. 25: 203-221.
- Quiceno-Cuartas, P.A., J. Palacio-Baena, J.L. Escobar-Cardona y B. Werding. (2013). Parámetros de crecimiento individual de *Petrolisthes caribensis* (Werding, 1983) y *Petrolisthes galathinus* (Bosc, 1902) (Decapoda: Porcellanidae) en el golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. *Actualidades biológicas*. 36 (101): 163 – 171.
- Ricklefs, R y R. Relyea. (2014). *Ecology. The economy of nature*. W.H. Freeman and Company. Nueva York. 564p.

- Rodríguez, I. T., G. Hernández y D. L. Felder. (2005). Review of the Western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) with New Records, Systematic Observations, and Comments on Biogeography. *Caribbean Journal of Science*. 41: 544 - 582.
- Sastry, A. N. (1983). Ecological aspects of reproduction. En: W. B. Vernberg (ed.) *The Biology of Crustacea: Environment Adaptations* 8. New York: Academic Press. pp 179-270.
- Smith, T. y R. Smith. (2007). *Ecología*. Pearson Educación. Madrid. pp. 196-215.
- Stechey, D. y Somers. (1995). Potential, realized, and actual fecundity in the crayfish *Orconectes immunis* from southwestern Ontario, Canada. *Journal of Zoology*. **73**: 672-677.
- Swartz, R.C. (1978). Reproductive and molt cycles in the xanthid crab *Neopanope sayi*. *Crustaceana*. 34: 15-32.
- Vandermeer, J. H y D. E. Goldberg. (2013). *Population ecology: first principles*. Princeton University Press. New Jersey. pp. 1 y 2.
- Villalejo-Fuerte, M., B.P. Ceballos-Vázquez, M. Arellano-Martínez y F. García-Domínguez. (1999). Fecundity of the velvet spider crab *Stenocionops ovate* (Bell, 1835) (Brachyura: Majidae) in the California, México. *Journal of Shellfish Research*. **18**(1): 181-183.
- Werding, B. (1977). Los porcelánidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la región de Santa Marta, Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, **9**: 173-214.
- Werding, B. (1982). Porcellanid crabs of the islas del Rosario, Caribbean coast of Colombia, with a description of *Petrolisthes rosarensis* new species (Crustacea: Anomura). *Bulletin of Marine Science*. **32** (2): 439 – 447.
- Werding, B. (1983). Der *Petrolisthes galathinus*-Artenkomplex im karibischen Raum mit Beschreibung von *P. caribensis* n. sp. Und *P. columbiensis* n. sp. (Crustacea: Anomura: Porcellanidae). *Senckenbergiana boil.* **63**(5/6): 407-418.
- Werding, B. (1984). Porcelánidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la Isla de Providencia, Colombia. *Investigaciones marinas*. **14**: 3-16.
- Werding, B., A. Hiller. (2002). A new species of the *Petrolisthes galathinus* complex from the southern Caribbean sea, with a discussion on the identity of *P. galathinus* (Bosc, 1802) (Decapoda, Porcellanidae). *Crustaceana*. 75 (7): 849 – 857.
- Werding, B., A. Hiller y R. Lemaitre. (2003). Geographic and depth distributional patterns of western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura), with an updated list of species. *Memoirs of Museum Victoria*. 60(1): 79 – 85.
- Werding, B., H. Kraus. (2003). A new species of the *Petrolisthes galathinus* species complex from the southern Caribbean sea (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). *Crustaceana*. 75 (9): 1141 – 1147.
- 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. pp. 243 y 244.