



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA MARINA

ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL CAMARÓN CARIDEO
***Sandyella tricornuta* (HENDRICKX, 1990) EN EL CORAL NEGRO**
***Antipathes galapagensis*, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OTENER EL TÍTULO DE:

BIOLÓGO MARINO

PRESENTA:

ARIADNA ESMERALDA ÁVILA GARCÍA

DIRECTOR:

DR. CARLOS ARMANDO SÁNCHEZ ORTIZ

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, A 5 DE AGOSTO DE 2013



UABCS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA MARINA
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR



P.E. ACREDITADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
comprometidos con la comunidad

Fecha: 31-Julio-2013

M. EN C. ENRIQUE ALEJÁNDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA,
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA MARINA,
PRESENTE.

Los abajo firmantes, Miembros de la Comisión Revisora del TRABAJO DE TESIS TERMINADO titulado: "ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL CAMARÓN CARIDEO *Sandyella tricornuta* (HENDRICKX, 1990) EL CORAL NEGRO *Antipathes galapagensis*, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO"; que presenta el (la) pasante de la Carrera de Biólogo Marino **C. ARIADNA ESMERALDA ÁVILA GARCÍA**, comunicamos a usted, que otorgamos nuestro **voto aprobatorio** y consideramos que dicho trabajo está listo para su defensa a fin de obtener el título de Biólogo Marino.

Dr. Rafael Rosmar R.

Nombre Completo

[Firma]
Firma

PRESIDENTE

Dr. Leonardo Hurtado

Nombre Completo

[Firma]
Firma

SECRETARIO

Dr. Carlos A. Sánchez Ortiz

Nombre Completo

[Firma]
Firma

VOCAL

Dr. Carlos A. Sánchez Ortiz

Nombre Completo

[Firma]
Firma

DIRECTOR DE TESIS

C.c.p. Dirección de Servicios Escolares.
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

RECIBIDO
31 JUL 2013

DEPTO DE BIOLOGÍA MARINA
FIRMA _____ HORA _____

Carretera al Sur Km. 5.5
La Paz, BCS.

Conmutador: 01 612 12 388 00 Ext. 4100
Fax Directo: 01 (612) 12 388 19
E-mail: biolmar@uabcs.mx

Apartado postal 19-B
Código postal 23080

Esta tesis de licenciatura se realizó dentro del “*Programa de Investigación para la Conservación de la Fauna Arrecifal*” de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, bajo la dirección del Dr. Carlos Armando Sánchez Ortiz. Forma parte de los apoyos de investigación PROMEP 2006 “*Evaluación del efecto de la captura acuarística sobre las poblaciones naturales de fauna arrecifal y bases para su manejo en el suroeste del Golfo de California*” y SEMARNAT-CONACyT 2004-01-445 “*Biogeografía y Sistemática Molecular de los Abanicos de Mar y Corales Blandos (Cnidaria: Octocorallia) del Pacífico Mexicano y Golfo de California*”. También fue apoyado por el Cuerpo Académico PROMEP CA-43 “*Ecosistemas Marinos y sus Servicios Ambientales*” de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, como representante el Dr. Rafael Riosmena Rodríguez y por la beca PROMEP 2012 – 2013 del mismo cuerpo en el la línea de “*Sistemática y Biogeografía de los Ecosistemas Marinos y Costeros*”.

Dedicatoria

A mis hijas Jacqui y Pau por su paciencia, amor y sobretodo comprensión de que mami estuviera trabajando a todas horas, saben que ellas son las luces que iluminan mi vida por completo.

A mi esposo Orville Heloín Trujillo Narváez Rivera que ha sido la persona más sensacional en mi vida y que me ha apoyado a conseguir mis sueños, nuestros sueños y encaminar nuestras metas juntos.

A mi abuelita Socorro Uriarte (mi mami), quien me espera en alguna parte del universo, fue el principal impulso para que mis proyectos de vida sean posibles.

A mi mamá Ma. Cecilia García Uriarte por ser un ejemplo profesional, de perseverancia, paciencia y amor.

A mis hermanos, sobre todo a Claudia Ávila quien me ha acompañado en las decisiones más importantes.

A toda la familia Rivera Velázquez por estar siempre al pendiente del avance de mi carrera, en especial a mi suegra Ma. Fátima Rivera Velázquez por apoyarme y alegrarse de nuestros triunfos y a Don José Rivera y Doña Clemencia Velázquez por ser parte esencial en el impulso de mi carrera.

Agradecimientos

A mis profesores quienes me apoyaron a lo largo de la carrera, me compartieron sus conocimientos e hicieron maravillarme aún más de la biología.

A mi director de tesis el Dr. Carlos A. Sánchez Ortiz por su confianza, apoyo y compromiso para realizar este trabajo.

Especialmente a la Dra. Eleonora Romero Vadillo y el Dr. Juan Manuel López Vivas por su apoyo, comprensión y sobre todo por compartir sus conocimientos para que este trabajo fuera posible.

Al Dr. Carlos Salomón y la Dra. María del Carmen del Prado Rosas por su apoyo en la elaboración del presente trabajo.

A mis compañeros quienes fueron parte del crecimiento como estudiante de biología marina, en especial a Margarita y Rosy que hicieron de este camino algo placentero con su apoyo y amistad.

A mis sinodales Leonardo Huato y Rafael Riosmena por su confianza e interés.

A mis asesores externos Jaime Gómez Gutiérrez y Gerardo González Barba quienes me apoyaron en que todos los trámites fueran posibles.

A los integrantes de PFA-UABCS por su apoyo técnico y anímico para la realización de este trabajo.

Al Fis. Orville Trujillo Narváez por su apoyo e impulso.

Índice General

Índice de Figuras	IX
Índice de Tablas.....	XII
Resumen.....	XIII
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes	
2.1 Camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> y la problemática en la clasificación del género y la especie.....	4
2.2 Estructura poblacional en Decápodos Carideos.....	7
2.3 Estudios de camarones simbiotes.....	8
3. Justificación.....	12
4. Objetivos	
4.1 Objetivo general.....	12
4.2 Objetivos específicos.....	12
5. Área de estudio	
5.1 Golfo de California.....	13
5.2 Islas del Golfo de California.....	14
5.3 Región La Paz, Punta Cuevitas, Isla La Partida.....	16
6. Metodología.....	17
6.1 Campo.....	17
6.2 Laboratorio.....	18
6.3 Análisis de datos.....	19
7. Resultados.....	20

7.1 Distribución del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	21
7.2 Densidad poblacional promedio del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	
7.2.1 Densidad poblacional mensual del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región La Paz (Punta Cuevitas).....	23
7.2.2 Densidad poblacional del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las islas del Golfo de California (julio 2009).....	24
7.3 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> respecto al volumen y peso de las colonias del hospedero coral negro <i>Antipathes galapagensis</i>	
7.3.1 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región de La Paz (Punta Cuevitas)	26
7.3.2 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las islas del Golfo de California (julio 2009).....	27
7.4 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> respecto a la temperatura del mar <i>in situ</i>	
7.4.1 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> respecto a la temperatura <i>in situ</i> , en la región de La Paz (Punta Cuevitas).....	29
7.4.2 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> respecto a la temperatura <i>in situ</i> , en las Islas del Golfo de California (julio 2009).....	29
7.5 Proporción de sexos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	
7.5.1 Proporción de sexos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región de La Paz (Punta Cuevitas).....	32

7.5.2 Proporción de sexos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las Islas del Golfo de California (julio 2009).....	34
7.6 Proporción de hembras grávidas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	
7.6.1 Proporción de hembras grávidas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región de La Paz (Punta Cuevitas).....	35
7.6.2 Proporción de hembras grávidas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las Islas del Golfo de California (julio 2009).....	36
7.7 Estructura de tallas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> .	
7.7.1 Estructura de tallas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región de La Paz (Punta Cuevitas).....	37
7.7.1 Estructura de tallas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las Islas del Golfo de California (julio 2009).....	41
8. Discusión.....	42
8.1 Distribución del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	43
8.2 Densidad poblacional del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	44
8.3 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> respecto al volumen y peso de las colonias del hospedero coral negro <i>Antipathes galapagensis</i> .	47
8.4 Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> respecto a la temperatura <i>in situ</i>	47
8.5 Proporción de sexos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	48
8.6 Proporción de hembras grávidas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	50

8.7 Estructura de tallas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	52
9. Conclusiones.....	54
10. Literatura citada.....	56
10.1. Recursos de internet.....	60
10.2. Software Utilizados.....	61
11. Anexos	
11.1 Mapa Reservas Naturales de México	62
11.2 Mapa de morfología de costas de la región de La Paz, Las Cuevitas, Isla Partida.....	63
11.3 Fotografías de toma de muestras.....	64
11.4 Fotografías de toma de datos merísticos.....	64

Índice de Figuras

Figura 1. Camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , sobre su hospedero coral negro <i>Antipathes galapaguensis</i> (Foto: Carlos Sánchez, PFA-UABCS, 2010).....	3
Figura 2. Camarones carideos simbioses de invertebrados. A) <i>Alpheus lottini</i> , B) <i>Leptalpheus mexicanus</i> , C) <i>Synalpheus charon</i> , D) <i>Thor amboinensis</i> , E) <i>Allopontonia iaini</i> , F) <i>Fennera chacei</i> , G) <i>Gnathophylloides mineri</i> , H) <i>Harpiliopsis depresa</i> , I) <i>Harpiliopsis spinigera</i> , J) <i>Hymenocera picta</i> , K) <i>Periclimenes soror</i> L. gen <i>Pontonia</i> , M) <i>Veleronia serratifrons</i> , N) Gen <i>Periclimenes</i> , O) <i>Lysmata pedersenii</i> (Internet; Bruce, 2008; Baeza, 2010).....	10
Figura 3. Golfo de California, México, (Imagen satelital vista a 335km; Google Earth, 2013).....	13
Figura 4. Islas del Golfo de California donde se obtuvo información para este estudio. A) Isla Salsipuedes (vista a 0.6 km), B) Isla San Marcos (vista a 2.8 km), C) Isla del Carmen (vista a 12.2 km), D) Isla Santa Cruz (vista a 3.51 km) y E) Isla Animas del Sur (Vista a 2.2 km) (Imagen satelital Google Earth, 2013).....	15
Figura 5. Punta cuevitas ubicada al noroeste de la isla La Partida. A). Complejo Insular Espíritu Santo (vista a 10 km), B) Isla la Partida, Punta cuevitas (vista a 2.6 km) (Imagen satelital, Google Earth, 2013).....	17
Figura 6. Distribución del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , a lo largo del Golfo de California	22
Figura 7. Densidad mensual del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región de La Paz. Se muestran los valores de densidad mayor, menor y promedio de abril 2009 a marzo 2010.....	23

Figura 8. Densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las islas del Golfo de California durante julio 2009. Se muestran los valores de densidad mayor, menor y promedio.....	25
Figura 9. Relación lineal entre densidad del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> (ind/m ³) respecto al volumen del coral negro <i>Antipathes galapagensis</i> (m ³).....	26
Figura 10. Relación lineal con coeficiente de correlación entre densidad poblacional del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> (ind/m ³) y peso seco del coral negro <i>Antipathes galapagensis</i> (g).....	27
Figura 11. Islas del Golfo: Relación lineal con coeficiente de correlación entre densidad colonial del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> (ind/m ³) y volumen “virtual” de coral negro <i>Antipathes galapagensis</i> (m ³).....	28
Figura 12. Islas del Golfo: Relación lineal con coeficiente de correlación entre densidad poblacional del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> (ind/m ³) y peso seco de coral negro <i>Antipathes galapagensis</i> (g).....	28
Figura 13. Región La Paz (Punta cuevitas). Relación lineal entre densidad poblacional total del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> : hembras, machos y hembras grávidas (ind/m ³) y temperatura <i>insitu</i> (°C).....	30
Figura 14. Islas del Golfo. Relación lineal entre densidad poblacional total del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> : hembras, machos y hembras grávidas (ind/m ³) y temperatura <i>insitu</i> (°C).....	31
Figura 15. Proporción de sexos total del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos en la región La	

Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).....	32
Figura 16. Proporción de sexos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> por colonia de coral negro, de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).....	33
Figura 17. Proporción de sexos mensual del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos, en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).....	34
Figura 18. Proporción de sexos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos, en las islas del Golfo de California (julio 2009).....	35
Figura 19. Proporción mensual de hembras grávidas e ingravidas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).....	36
Figura 20. Proporción de hembras grávidas e ingravidas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en Islas del Golfo de California (julio 2009).....	37
Figura 21. Histograma de frecuencias de tallas del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , Región La Paz (Punta cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).....	38
Figura 22. Histogramas de frecuencias de tallas de hembras y machos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).....	40
Figura 23. Histograma de frecuencias del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> en las islas del Golfo de California. A. Región La Paz (Punta Cuevitas); B. Santa Cruz.....	41

Índice de Tablas

Tabla II. Especies nominales de los géneros de camarones carideo <i>Chacella</i> y <i>Sandyella</i>	5
Tabla I. Registros previos del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i>	6
Tabla III. Especies simbiontes de la subfamilia Pontoniinae (Decapoda: Caridea)	9
Tabla IV. Carideos simbiontes del Pacífico Oriental Tropical tomado de Wicksten y Hernández (2000)	11
Tabla V. Registro de camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> en colonias de coral negro <i>Antipathes galapagensis</i> en Islas del Golfo de California.....	22
Tabla VI. Estadísticos descriptivos de la densidad mensual del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en la región de La Paz (Punta cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010)	24
Tabla VII. Estadísticos descriptivos de la densidad colonial del camarón carideo <i>Sandyella tricornuta</i> , en las islas del Golfo de California (julio 2009).....	25

Resumen

Sandyella tricornuta es un camarón carideo que se distingue por el extraordinario mimetismo con los pólipos verde-amarillos del coral negro. Por primera vez se presenta un estudio biológico-ecológico de su estructura poblacional, basados en recolectas mensuales (2009-2010) en la Región de La Paz (Punta Cuevitas), Baja California Sur y recolectas en islas a lo largo del Golfo de California (2009). Además de sus previos reportes en las Islas Marías (localidad tipo) y Los Islotes en la región de La Paz, Baja California Sur, se amplía su distribución a lo largo del Golfo de California. *S. tricornuta* es una especie pequeña con talla máxima de 12 mm de longitud total; presenta un marcado dimorfismo sexual. Se encontró una densidad promedio de 184 ind/m³ (21-28°C). La proporción sexos total fue 4♀:1♂. En todo el muestreo se encontraron hembras grávidas, con cambios en su proporción a lo largo del estudio. Las tallas presentaron una distribución normal en ambos sexos. Se discute la información biológica-ecológica de este camarón y se resalta la importancia del estudio como información ecológica de su hábitat a futuro y su relación co-evolutiva con su hospedero.

1. INTRODUCCIÓN

Existe una elevada diversidad de crustáceos, con aproximadamente 67,000 especies descritas, las cuales se encuentran divididas dentro de seis clases, 13 subclases y 38 órdenes. Dentro de ellos, el orden Decápoda, está ampliamente distribuido en el medio marino tanto de forma pelágica como bentónica, cuenta con 14,756 especies, repartidas en 2,725 géneros en dos subórdenes: Dendrobranchiata y Pleocyemata, este último contiene 7 infraórdenes: Caridea, Stenopodidea, Astacidea, Palinura, Anomura, Brachyura y Thalassinidea (Martin y Davis, 2001; Lindley, 2001 *in* Naranjo *et al.* 2006; De Grave *et al.*, 2009).

Particularmente el infraorden Caridea, representando principalmente por camarones simbiontes de invertebrados y camarones de río, están distribuidos en numerosos ambientes marinos incluyendo agua dulce. El espectro de tallas va desde algunos milímetros como *Alpheus felgenhaueri* (5.2 mm) hasta grandes camarones de 40 cm (con quelípedos extendidos) como *Macrobrachium rosenbergii* de aguas dulces tropicales. Este infrorden está compuesto por 16 superfamilias, entre ellas podemos encontrar a Palaemonoidea, Pandaloidea, Alpheoidea, Atyoidea, Crangonoidea, Galatheacaridoidea entre otras (Poore, 2004; Naranjo *et al.*, 2006; Maddison y Schulz, 2011).

Dentro de la superfamilia Palaemonoidea existen 971 especies en 8 familias, siendo Palaemonidae la más diversa con 96% (934 spp.). En esta familia se incluyen dos subfamilias: Palaemonoidea y Pontonninae; esta última con 562 spp., en más de 70

géneros (Martin y Davis, 2001; Naranjo *et al.*, 2006; Maddison y Schulz, 2011). Dentro de la subfamilia Pontoniinae, se encuentra el género *Sandyella* Marin, 2010, reportado para el Pacífico mexicano e Islas Clipperton; este género cuenta con cinco especies, todas asociadas a coral negro (*Antipatharia*): *S. tricornuta* (Hendrickx, 1990), *S. mclaughlinae* (Li, 2006), *S. bicornuta* (Li y Poupin, 2008), *S. quadricornuta* (Li y Poupin, 2008) y *S. sexicornuta* (Li y Poupin, 2008).

El camarón carideo *Sandyella tricornuta* es un simbiote comensal del coral negro *Antipathes galapagensis*. Su nombre se debe porque las hembras presentan tres cuernos subconicales en el cefalotórax, siendo el central es el más prominente. Su indiscutible especificidad huésped-hospedero, se demuestra observando su morfología corporal, ya que exhibe una extraordinaria semejanza a pólipos de coral negro, incluyendo el color verde-amarillo brillante de sus pólipos; esto mimetiza y hace imposible ver a simple vista a los camarones (Figura 1) (Hendrickx, 1990; Sánchez-Ortiz, 2010).

Respecto a su hospedero el coral negro *Antipathes galapagensis*, es una especie de forma colonial arbustivo, que se distribuye en el Pacífico Este Tropical desde Perú y Ecuador (islas Galápagos) hasta el Golfo de California. Preferentemente ocurre en ambientes cálido-templados, desde 10 a 250 m de profundidad (Sánchez-Ortiz, 2010). Al igual que varias especies de antipatarios han estado sujetos a explotación comercial, particularmente *A. galapagensis* desde los años cincuenta se explota en el Golfo de California, estando ahora diezmada sus poblaciones. En el estado de Baja California Sur la pesquería colapso por completo debido a la sobreexplotación del

recurso en la década de los 1980`s (Padilla, 2001; Love *et al.*, 2007; Wills, 2008).



Figura 1. Camarón carideo *Sandyella tricornuta*, sobre su hospedero el coral negro *Antipathes galapagensis* (Foto: Carlos Sánchez, PFA-UABCS, 2010).

Es casi nula la información sobre el camarón carideo y su hospedero para poder entender la relación y el funcionamiento de la simbiosis entre ambas especies. Una aproximación para conocer esta relación, se basa con estudios biológico-ecológicos primarios dentro de un análisis integral. Este estudio se centrará en los aspectos básicos de la estructura poblacional del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región de La Paz (isla La Partida) y a lo largo de varias islas del Golfo de California.

2. ANTECEDENTES

2.1 Camarón carideo *Sandyella tricornuta* y la problemática en la clasificación del género y la especie.

La información de *Sandyella tricornuta* es escasa, existiendo sólo tres referencias directas sobre la especie, dos de ellas de índole taxonómico y utilizando pocos individuos (8). El primer estudio fue por Hendrickx (1990) quien describe la especie como *Chacella tricornuta*, basado en un individuo (hembra) recolectado en Las Islas Marías (Nayarit, México), detallando su morfología y relacionándola con su único con-específico *Chacella kerstitchi* (Wicksten, 1983); además menciona su posible asociación con un antozoario. Posteriormente, Wicksten y Hernández (2000) amplía la distribución de *S. tricornuta* a Los Islotes (Isla Partida, Bahía de La Paz, BCS, México), con siete individuos, señalando su asociación al coral negro del género *Antipathes*. Existen reportes de listados taxonómicos de crustáceos decápodos donde hacen referencia a *S. tricornuta* dentro de las 249 especies reportadas para el Pacífico Este Tropical (Hendrickx, 1993; Hendrickx y Wicksten, 2003). Recientemente Sánchez-Ortiz (2010) menciona sutilmente las características miméticas de *S. tricornuta* (morfología externa semejante al pólipo del coral negro; primera foto en vivo del camarón) y se refiere a la relación simbiótica comensal con su hospedero el coral negro *Antipathes galapagensis*.

Respecto a la clasificación taxonómica, una primera especie descrita para el Pacífico Este tropical fue *Chacella kerstitchi* (Wicksten, 1983), siendo originalmente asignada dentro del género *Dasycaris* (reportado para el Indo-Pacífico), fue colectada en San

Carlos, Sonora, Golfo de California y asociada al coral negro *Antipathes grandis* (registrada en Hawái, dudosa identificación). Por sus características particulares Bruce (1986), asignó a esta especie dentro de un nuevo género *Chacella*, ahora endémico para el Pacífico Este Tropical. Para *Chacella* una segunda especie fue agregada por Hendrickx (1990), *Chacella tricornuta*, colectada en las Islas Marías, Nayarit. Recientemente, Li (2006) describe una tercera especie *Chacella mclaughlinae*, reportada para las Islas Clipperton y menciona su posible asociación con gorgonia o antpatarios. Finalmente, Li y Poupin (2008) adicionan tres especies más, *Chacella bicornuta*, *Chacella quiadricornuta* y *Chacella sexicornuta* también para las islas Clipperton, sin asociar a algún hospedero. En una reciente revisión taxonómica, Marin (2009 y 2010) evalúa al género *Chacella*, estableciendo un nuevo género (*Sandyella*) y asociando nuevas combinaciones para cinco de las seis especies (*S. tricornuta*, *S. mclaughlinae*, *S. bicornuta*, *S. quiadricornuta* y *S. sexicornuta*). No incluye a la especie original del género (*Chacella kerstitchi*), por no presentar los cuernos subconicales prominentes (Tabla I y II).

Tabla I. Especies nominales de los géneros de camarones carideos *Chacella* y *Sandyella*.

Género	Especie
<i>Chacella</i> Bruce, 1986	<i>Chacella kerstitchi</i> (Wicksten, 1983)
<i>Sandyella</i> Marin, 2009	<i>Sandyella tricornuta</i> (Hendrickx, 1990)
	<i>Sandyella mclaughlinae</i> (Li, 2006)
	<i>Sandyella bicornuta</i> (Li y Poupin, 2008)
	<i>Sandyella quadricornuta</i> (Li y Poupin, 2008)
	<i>Sandyella sexicornuta</i> (Li y Poupin, 2008)

Tabla II. Registros previos del camarón carideo *Sandyella tricornuta*.

Autor	Año	Ind	Especie	Localidad Tipo	Observaciones
Wicksten	1983	1♀	<i>Dasycaris kerstitchi</i>	San Carlos, Sonora, Golfo de California	Descripción holotipo
Bruce	1986	1♀	<i>Chacella kerstitchi</i>		Cambio de género
	1989	1♂	<i>Chacella kerstitchi</i>		Descripción macho
Hendrickx	1990	1♀	<i>Chacella tricornuta</i>	Islas Marías, Nayarit	Descripción holotipo
Hendrickx	1993		<i>Chacella tricornuta</i>		Listado taxonómico
Wicksten y Hernández	2000	7	<i>Chacella tricornuta</i>	Los Islotes, BCS	Amplia distribución
Hendrickx y Wicksten	2003		<i>Chacella tricornuta</i>	Islas Marías, Nayarit Los Islotes, BCS	Listado taxonómico
Li	2006	5♀1♂	<i>Chacella mclaughlinae</i>	Islas Clipperton	Descripción holotipo
Li y Poupin	2009	1♂	<i>Chacella bicornuta</i>		
		1♀ 1♂	<i>Chacella quadricornuta</i>		
		1♀	<i>Chacella sexicornuta</i>		
Marin	2009	5♀-1♂	<i>Sandyella mclaughlinae</i>		Cambio de género
		1♂	<i>Sandyella tricornuta</i>		
	2010	1♂	<i>Sandyella bicornuta</i>		
		2♀-♂	<i>Sandyella quadricornuta</i>		
		1♀	<i>Sandyella sexicornuta</i>		

2.2 Estructura poblacional en Decápodos Carideos.

La estructura poblacional se refiere a la integración de parámetros demográficos básicos, de los cuales se puede extraer puntos elementales como distribución, abundancia y densidad poblacional, estructura de tallas, crecimientos individuales de

las especies y aspectos reproductivos como proporción de sexos, gravidez o etapas reproductivas de ambos sexos, esta información en decápodos carideos es escasa, tomando en cuenta la amplia diversidad y formas de hábitat. Estos estudios en general son focalizados para especies, zonas de interés y aun refiriéndose a estructura poblacional de las especies, la mayoría se apunta en aspectos demográficos particulares de forma ecológica o pesquera, enfocándose en dos grupos de propiedades.

El primero de ellos, son los estudios de abundancia, densidad y distribución, por ejemplo García-Raso y Fernández Muñoz (1987) describen al sur de España la comunidad de crustáceos decápodos de fondos coralígenos de alga calcárea, presentando una importante biomasa que produce un significativo refugio para los crustáceos; Duffy (1992) establece patrones de especialización y consecuencias poblacionales del género *Synalpheus* asociado a esponjas en Panamá; Pallas *et al.* (2006) aborda patrones de distribución y hábitat de carideos bentónicos, señalando las interacción de las variables ambientales con la variación geográfica; Manent y Abella-Gutiérrez (2006), en el mediterráneo estudian a *Palaemon adspersus* como un componente dominante de la epifauna; Vafis *et al.* (2008) investigaron a cuatro especies de pandálidos de aguas profundas del mediterráneo, las cuales juegan un importante papel ecológico en los ensamblajes de la comunidad; y Fransozo *et al.* (2009) describen la distribución espacio-temporal del camarón de fondo *Nematopalaemon schmitti* y el efecto de las condiciones ambientales en su abundancia en las costas del sureste de Brasil.

El segundo grupo de investigaciones se enfoca en los aspectos reproductivos. Arana *et al.* (1976) refieren el crecimiento y reproducción del camarón Nylon *Heterocarpus reedi*, para complementar los estudios biológico-pesqueros en Chile; Correa y Thiel (2003) señalan la proporción de sexos operacional del camarón roca *Rhynchocinetes tipus* simbiote de esponjas, resaltando como afecta la proporción de sexos; Fransozo *et al.* (2005) en Brasil estudian la presencia / ausencia de huevos y la proporción de sexos en el camarón *Exhioppolysmata oplophosoides*; Ramírez- Llodra *et al.* (2007) estudiaron las variaciones espacio temporales en los patrones reproductivos de *Pasiphaea multidentata* especie de aguas profundas (200-2,000 m) en el Mediterráneo.

En este estudio para *Sandyella tricornuta* abordé de forma general ambos grupos de propiedades, particularmente sobre su distribución, densidad poblacional, estructura de tallas y aspectos reproductivos como proporción de sexos y gravidez, además explorando la relación con su hábitat-hospedero el coral negro *Antipathes galapagensis*.

2.3 Estudios de Camarones Simbiontes

La subfamilia Pontoniinae se caracteriza por incluir a numerosas especies de camarones que son simbiontes comensalistas de corales (pétreos, negro, abanicos de mar, plumas de mar), moluscos bivalvos, esponjas, entre otros. Tal es el caso de *Sandyella tricornuta*, asociada al coral negro *Antipathes galapagensis*. Otro ejemplo son algunas especies del género *Periclimenes* como simbiontes de invertebrados

(Bruce, 1970; 2006): *P. pedersoni* como simbiote de bivalvos y antipatarios (Chace, 1958; Spotte, 1996); *P. psamathe* simbiote de gorgonias y coral negro (Bruce 1979) y *P. platalea* y *P. wirtzi* asociados a gorgonias, antipatarios y bivalvos (Wirtz y d'Udekem- d'Acoz, 2001).

Especies como *Balssia gasti*, *Palaemonella atlántica*, *Pontonia pinnophylax*, *Pseudocoutierea wirtzi* son reportadas en cnidarios y bivalvos (Wirtz y d'Udekem- d'Acoz, 2001); *Izucarlis masudai* asociada con la anemona *Nemanthus nitudus* (Okuno, 2008); y el camarón hermafrodita *Lysmata pedersenii* como simbiote de esponjas por Baeza (2010) (Figura 2).

Tabla III. Especies simbiotes de la subfamilia Pontoniinae (Decapoda: Caridea).

Simbiote	Hospedero	Autor
<i>Periclimenes pedersoni</i>	Bivalvos y antipatarios	Spotte, 1996
<i>Periclimenes psamathe</i>	Gorgonaceos y coral negro	Bruce, 1970
<i>Periclimenes platalea</i>	Antipatarios, gorgonaceos y bivalvos	Wirtz y d'Udekem- d'Acoz, 2001
<i>Periclimenes wirtzi</i>		
<i>Balssia gasti</i>		
<i>Palaemonella atlántica</i>		
<i>Pontonia pinnophylax</i>		
<i>Pseudocoutierea wirtzi</i>		
<i>Izucarlis masudai</i>	Anemona <i>Nemanthus nitudus</i>	Okuno, 2008
<i>Lysmata pedersenii</i>	Esponjas	Baeza, 2010

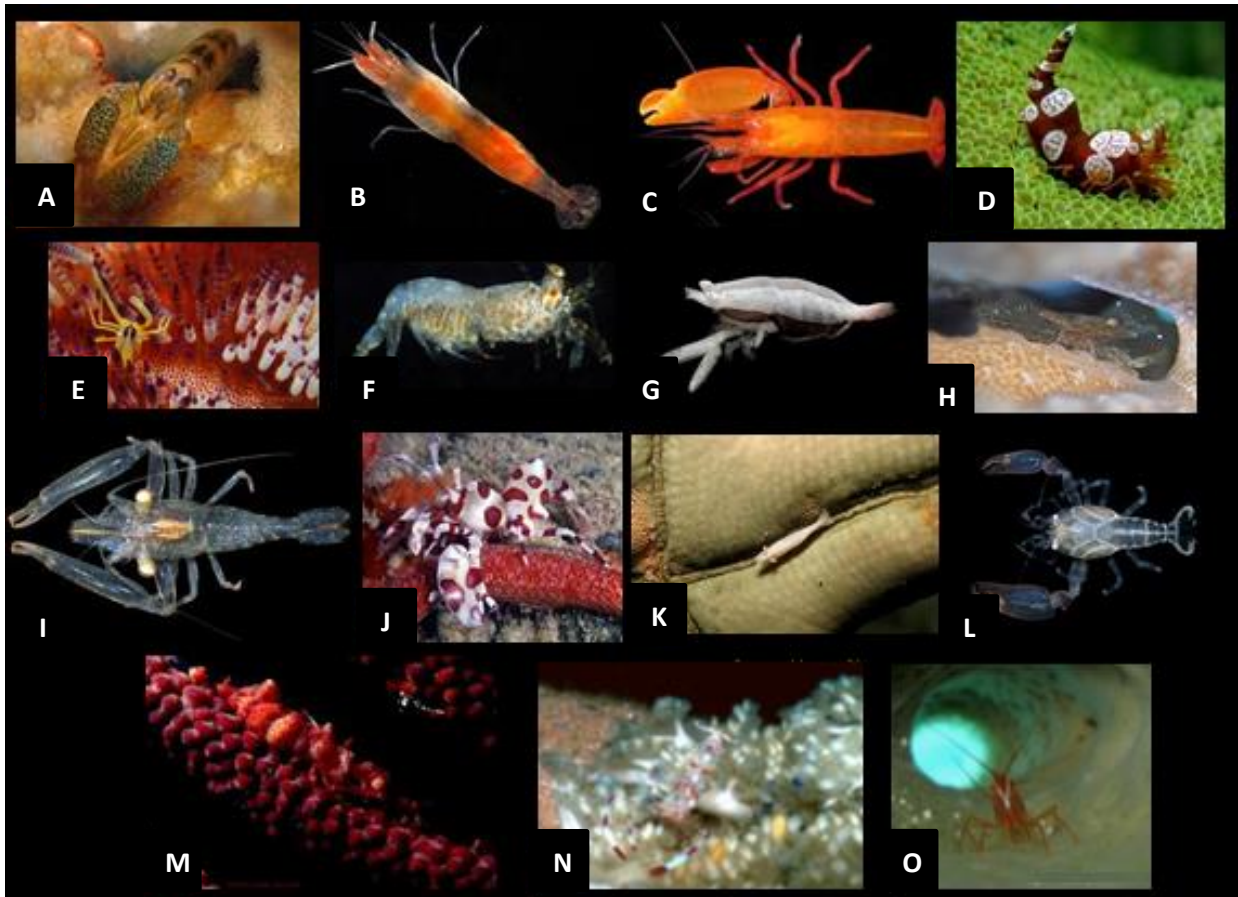


Figura 2. Camarones carideos simbiotes de invertebrados. A) *Alpheus lottini*, B) *Leptalpheus mexicanus*, C) *Synalpheus charon*, D) *Thor amboinensis*, E) *Allopontonia iaini*, F) *Fennera chacei*, G) *Gnathophylloides mineri*, H) *Harpiliopsis depressa*, I) *Harpiliopsis spinigera*, J) *Hymenocera picta*, K) *Periclimenes soror*, L) *Pontonia* sp., M) *Veleronia serratifrons*, N) *Periclimenes* sp., O) *Lysmata pederseni* (Internet; Bruce, 2008; Baeza, 2010).

Para el Pacífico Este Tropical Wicksten y Hernández (2000) reportan 16 especies de camarones carideos simbiotes, principalmente de tres familias: Alpheide, Hippolytidae y Palaemonide, teniendo como hospederos a otros invertebrados (i.e. cnidarios, equinodermos y moluscos) (Tabla IV, Figura 2 A-O).

Tabla IV. Carideos simbioses del Pacífico Oriental Tropical tomado de Wicksten y Hernández (2000).

	Hospedero
Familia Alpheidae	
<i>Alpheus lottini</i> (Guérin, 1829)	Corales pétreos, <i>Pocillopora</i> spp.
<i>Leptalpheus mexicanus</i> (Heller, 1861)	Camarones de lodo, <i>Upogebia</i> sp,
<i>Synalpheus charon</i> (Heller, 1861)	Corales pétreos, <i>Pocillopora</i> spp.
Familia Hippolytidae	
<i>Thor amboinensis</i> (de Man, 1888)	Cnidarios
Familia Palaemonidae	
<i>Allopontonia iaini</i> (Bruce, 1972)	Equinoideos
<i>Chacella kerstitchi</i> (Wicksten, 1983)	Antipatarios
<i>Sandyella tricornuta</i> (Hendrickx, 1990)	Antipatarios
<i>Fennera chacei</i> Holthuis, 1951	Corales, <i>Pocillopora</i> y <i>Porites</i> spp.
<i>Gnathophylloides mineri</i> Schmitt, 1993	Equinoideos
<i>Harpiliopsis depresa</i> (Stimpson, 1860)	Corales, <i>Pocillopora</i> spp.
<i>Harpiliopsis spinigera</i> (Ortmann, 1890)	Corales, <i>Pocillopora</i> spp.
<i>Hymenocera picta</i> Dana, 1852	Asteroideos
<i>Periclimenes soror</i> Nobili, 1904	Asteroideos
<i>Pontonia chimaera</i> Holthuis, 1951	Gastrópodos, <i>Strombus galeatus</i>
<i>Pontonia longispina</i> Holthuis, 1951	No conocido
<i>Pontonia margarita</i> Smith, 1869	<i>Pinctada mazatlanica</i> y otros pectinidos
<i>Pontonia pinnae</i> Lockington, 1878	Pelecipodos: <i>Pinna rugosa</i> , <i>Atrina tuberculosa</i> , <i>Laevicardium elatum</i> y <i>Megapitaria aurantiaca</i>
<i>Pontonia pusilla</i> Holthuis, 1951	No conocido
<i>Pontonia simplex</i> Holthuis, 1951	<i>Pinna</i> sp.
<i>Pontonia spighi</i> Fujino, 1972	Ascidias, <i>Rhopalaea birkelandi</i>
<i>Pontonides sympathes</i> De Riddes y Holthuis, 1979	<i>Antipathes galapagensis</i>
<i>Pseudocoutiera elegans</i> Holthuis, 1951	Gorgonias, <i>Lophogorgia chilensis</i>
<i>Tulearocaris holthuisi</i> Hipeau-Jacquotte, 1965	Equinoideos
<i>Veleronia laecifrons</i> Holthuis, 1951	Gorgonias, <i>Pacifigorgia</i> spp. <i>Pacifigorgia</i> spp. y <i>Muricea</i> spp.
<i>Veleronia serratifrons</i> Holthuis, 1951	Gorgonias, <i>Muricea appressa</i> , <i>Thesea</i> sp.

3. JUSTIFICACIÓN

No obstante el incremento en el conocimiento de los crustáceos decápodos, las especies simbiontes han sido poco estudiadas. De hecho muchas especies aún siguen sin describirse o solo se conoce a partir de pocos individuos. El conocer aspectos sobre su estructura poblacional, relación con su hospedero y su ambiente en especies simbiontes tales como *S. tricornuta*, nos permite entender los procesos biológicos y co-evolutivos de huésped-hospedero (camarón-coral negro). Sumando estos conocimientos, no solo podemos entender la biodiversidad, también podemos estar más preparados para entender los impactos humanos y naturales, para el manejo y conservación de la biodiversidad.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Describir la estructura poblacional del camarón carideo *Sandyella tricornuta* simbiote obligado del coral negro *Antipathes galapagensis* en el Golfo de California.

4.2 Objetivos Específicos

1. Distinguir morfológicamente a machos y hembras y determinar la proporción de sexos del camarón carideo *Sandyella tricornuta*.
2. Estimar la densidad poblacional del camarón carideo *Sandyella tricornuta*.
3. Determinar la densidad y proporción de hembras grávidas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*.
4. Determinar la estructura de tallas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*.

5. Comparar parámetros poblacionales de la región de La Paz (Punta cuevitas) y cinco islas del Golfo de California.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Golfo de California

El Golfo de California (20° y 32° LN; 105.5° y 114.5° LN) es un mar marginal con comunicación con el Océano Pacífico a través de una boca sureña de 222 km de ancho. Se ubica al noroeste de México, delimitado por la Península de Baja California y la costa continental de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. El Golfo comprende un área $\sim 1,500$ km de longitud con ancho variable (92 a 222 km). La superficie marina cubre aproximadamente $247,000 \text{ km}^2$ y alcanza profundidades que superan los 3,000 m. El Golfo de California se ha dividido tanto biológicamente como oceanográficamente en tres zonas: norte, centro y sur (Espinoza-Carreón y Valdez-Holguin, 2007, SEMARNAT, 2011) (Figura 3).



Figura 3. Golfo de California, México, (Imagen satelital vista a 335km; Google Earth, 2013).

5.2 Islas del Golfo de California

Existen cerca de 900 cuerpos insulares que conforman el Área de Protección de Flora y Fauna de las Islas del Golfo de California (WWF, 2006). Durante julio de 2009 las islas Salsipuedes, San Marcos, del Carmen, Santa Cruz y Las Ánimas (cerca de la Isla San José) fueron muestreadas para este estudio. La Isla Salsipuedes ubicada en el Golfo Norte ($28^{\circ}43'32''\text{LN}$; $112^{\circ}57'16''\text{LN}$), tiene un área de 1.2 km^2 ; La Isla San Marcos de 9 km de largo, se ubica en el Golfo Centro ($27^{\circ} 13'\text{LN}$; $112^{\circ} 05'\text{LO}$) a 19 km al sureste de Santa Rosalía; La isla del Carmen, situada en el Golfo Centro ($26^{\circ}00'41''\text{LN}$; $111^{\circ}06'50''\text{LO}$) tiene una superficie 151 km^2 y altura hasta 479 m; La isla Santa Cruz ubicada en el Golfo centro ($25^{\circ} 17'\text{LN}$; $110^{\circ} 43'\text{LO}$), a 19 km al noroeste de la isla de San José, con una extensión de 7 km y altura hasta de 300 m; La isla Las Ánimas en el Golfo Centro ($25^{\circ} 05'46''\text{LN}$; $110^{\circ} 33'59.74''\text{LO}$), es una pequeña isla oceánica de .5 km de largo, se encuentra al este de la Isla San José (Figura 4 A-E).

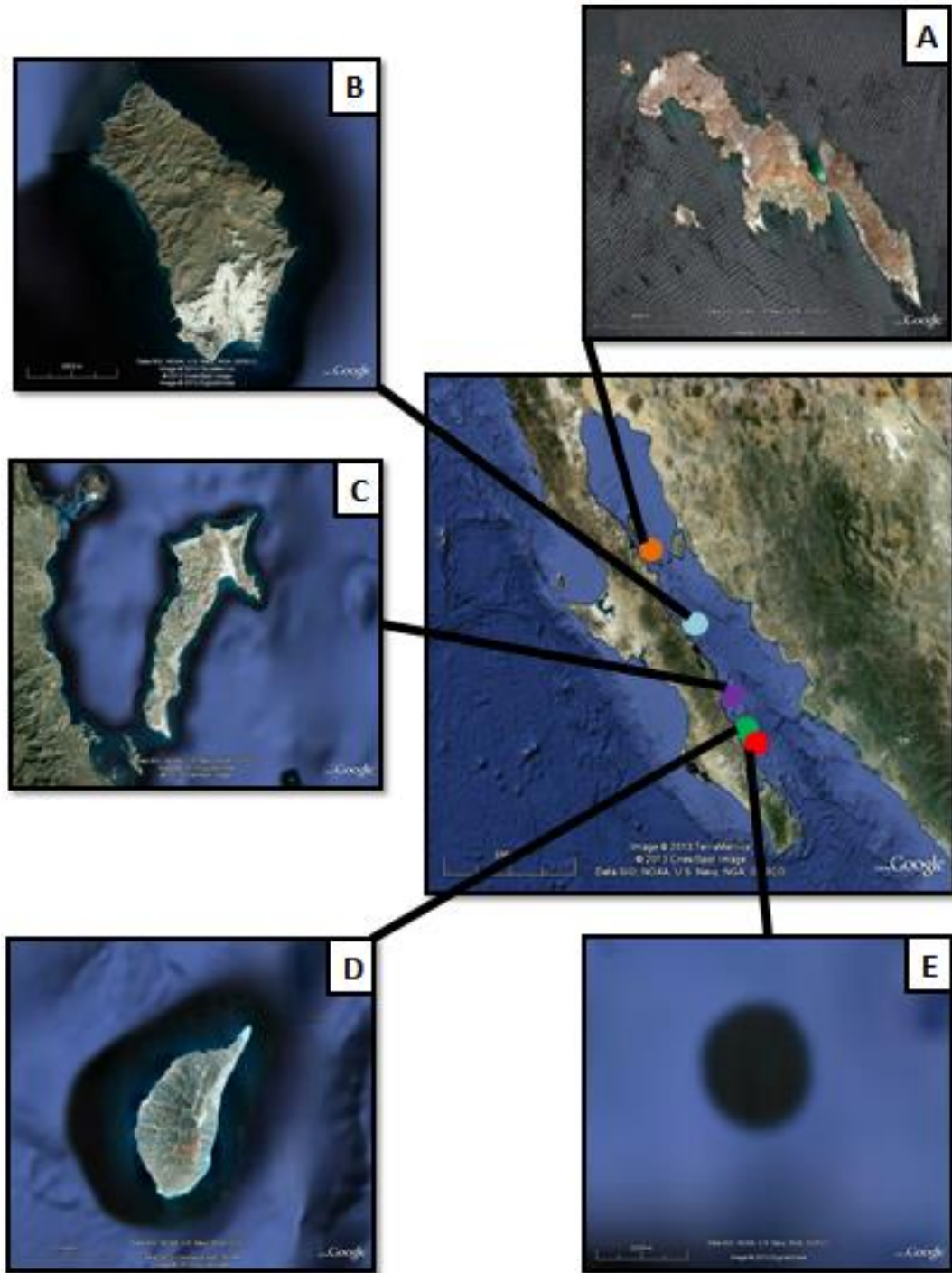


Figura 4. Islas del Golfo de California donde se realizaron los muestreos de este estudio. A) Isla Salsipuedes (vista a 0.6 km), B) Isla San Marcos (vista a 2.8 km), C) Isla del Carmen (vista a 12.2 km), D) Isla Santa Cruz (vista a 3.51 km) y E) Isla las Animas (vista a 2.2 km) (Imagen satelital Google Earth, 2013).

5.3 Región La Paz, Punta Cuevitas, Isla La Partida.

La isla La Partida, se localiza al suroeste del Golfo de California frente a las costas de Baja California Sur ($24^{\circ} 24'$ y $24^{\circ} 36'$ LN; $10^{\circ} 18'$ y $110^{\circ} 27'$ LO). Constituye parte de los límites orientales de la Bahía de La Paz, Con una superficie aproximada de 101.7515 km^2 . Forma parte de un complejo insular formado por dos islas mayores, al norte la isla Partida (18.1325 km^2) y al sur la isla Espíritu Santo (83.084 km^2), con pequeñas islas frente al litoral occidental de la Isla Espíritu Santo (Ballena, Gallo y Gallina) y al norte de La Partida (Los islotes) (SEMARNAT, 2000).

Su costa es principalmente rocosa, formada por la intemperización solar y esta a su vez forma los arrecifes rocosos La temperatura del mar en esta región durante el verano alcanza los 30°C promedio y durante invierno 20°C promedio. La salinidad, presenta un promedio de 34.6ppm (SEMARNAT, 2000).

El sitio de estudio mensual fue Punta Cuevitas de isla La Partida ($24^{\circ}32'48.99''$ LN; $110^{\circ}24'36.37''$ LO), a una profundidad de 20-40 metros, se encuentra un bosque de coral negro que se desarrollan en sustrato de guijarro (conchas-arena) y se extiende por varios cientos de metros cuadrados. Las colonias de coral negro, encuentran por debajo de la primera termoclina superficial por debajo de los 20 m (Figura 4-C).

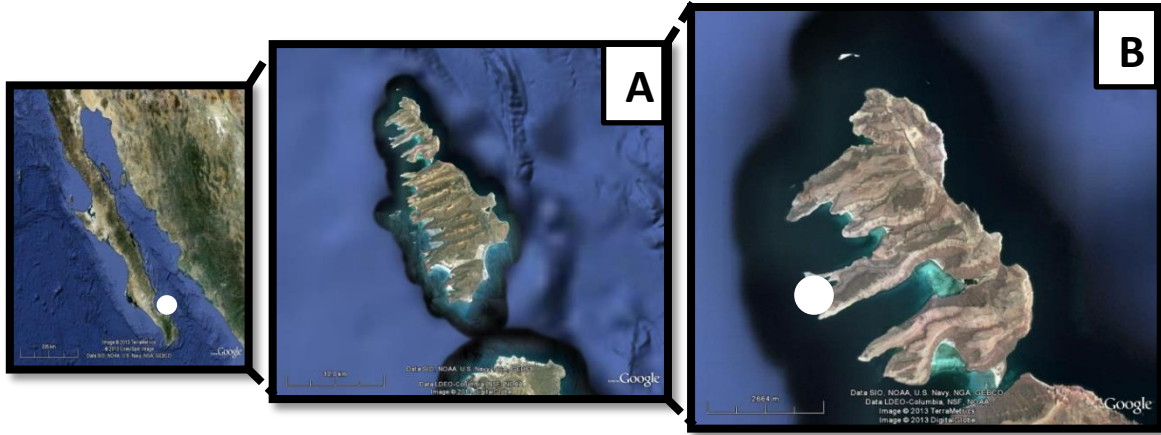


Figura 5. Punta cuevitas ubicada al noroeste de la isla La Partida. A). Complejo Insular Espíritu Santo (vista a 10 km), B) Isla la Partida, Punta cuevitas (vista a 2.6 km) (Imagen satelital, Google Earth, 2013).

6. METODOLOGÍA

Integrantes del Proyecto Fauna Arrecifal de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (PFA-UABCS), recolectaron colonias de coral negro *Antipathes galapagensis* (y fauna epibionte). Las colonias y los camarones se obtuvieron de dos formas: 1) Mensualmente de abril de 2009 hasta marzo de 2010 (excepto agosto 2009) muestreadas en la región de La Paz, en la localidad de Punta Cuevitas al oeste de la costa de la isla La Partida (Figura 5) y 2) A lo largo del Golfo de California en las Isla Salsipuedes, Isla San Marcos, Isla del Carmen, Isla Santa Cruz e Isla Las Animas durante julio de 2009 (Figura 4).

6.1 Campo

Mediante buceo SCUBA a profundidades de 20 a 35 m, se obtuvieron cada mes 6 colonias de coral negro *A. galapagensis*, de tres intervalos de tallas: 30-50 cm (2 colonias); 50-70 cm (2 colonias) y 70-120 cm (2 colonias).

In situ las colonias fueron medidas (alto, ancho1 y ancho 2) y obtenidas completas desde su base. Posteriormente fueron transportadas desde el fondo del mar en bolsas de plástico. La bolsa tiene un cierre lateral, que permitió sin dificultad introducir la colonia completa, en la base al tener una maya de 500 micras se evitó el escape de los camarones carideos u otra fauna pequeña (Anexo 3).

Cada colonia fue lavada en la embarcación o playa, separando cuidadosamente el total de la fauna epibionte, que incluye en su mayoría a *S. tricornuta*, otros camarones carideos, pequeños cangrejos, ofiuros y planarias. Toda la epifauna fue preservada en etanol al 90% y etiquetadas con los datos de colecta (temperatura, sitio, profundidad y tamaño de coral). En el caso de coral negro, se transportó en seco al laboratorio.

6.2 Laboratorio

Para realizar las observaciones se utilizó un estereoscopio y luz de cámara marca *Carl Zeiss*. De la epifauna de cada colonia fueron separados los individuos de *Sandyella tricornuta* y aunque no se ha descrito el macho de la especie, dada la cantidad de individuos recolectados y su morfología se facilitó la distinción entre hembra y macho, observándose un evidente dimorfismo sexual. Para obtener las medidas de talla individual, se utilizó un estereoscopio marca *Carl Zeiss* y una cámara *Canon PowerShot G11* de Alta sensibilidad de 10 megapíxeles. Se tomaron fotografías digitales a la misma amplificación, para evitar sesgos en la medición (la

escala fue 1mm). Posteriormente se realizó el análisis y las tallas se determinaron por medio del software *AxionVision Le*. A cada organismo se midió la longitud total (LT), esta medida fue obtenida en el 95% de los individuos recolectados y contabilizados (Anexo 4).

En el caso del coral negro, de cada colonia se obtuvo el peso seco, el cual será utilizado juntos con los datos de largo, ancho1 y ancho2 para los análisis relación hospedero contra densidad de camarones carideos. Esta metodología fue semejante para todas las muestras obtenidas en las islas del Golfo de California.

6.3 Análisis de datos

Primero, la densidad poblacional de *Sandyella tricornuta* por colonia de coral, se obtuvo con respecto al volumen “virtual” de coral (m^3) y el número de individuos obtenidos de cada colonia,

$$\text{Volumen "virtual" de coral } m^3 = \text{largo} * \text{ancho1} * \text{ancho2}$$

$$\text{Densidad (D)} = n^{\circ} \text{ de individuos} / \text{Volumen "virtual" de coral } m^3$$

Este además, de ser un dato demográfico se utilizó como índice dentro de los análisis para estandarizar los resultados.

Se analizaron gráficos de la densidad poblacional alta, baja y promedio del camarón carideo con respecto al volumen de coral negro. A los datos mensuales se les realizó la prueba de normalidad y de varianza, obteniendo media, desviación estándar, amplitud y C.V. Se determinó las diferencias significativas entre meses y se realizó

una prueba de F de Fisher para establecer si existía variación entre las muestras (Daniel, 2008; Zar, 1999; Sokal y Rohlf, 1999). Se realizaron correlaciones al 95% de confianza para comparar los parámetros de densidad individual respecto el volumen “virtual” y peso seco del coral. Así mismo, se realizaron regresiones, al 95% de confianza, por sexo y gravidez de las hembras de *S. tricornuta* respecto a los valores de temperatura del mar *in situ* (Sokal y Rohlf, 1999).

Para comparar el comportamiento de los datos de proporción de sexos, proporción de hembras grávidas e ingrávidas y proporción de machos respecto a las hembras grávidas e ingrávidas, se realizó pruebas de ji cuadrada (Daniel, 2008; Zar, 1999; Sokal y Rohlf, 1999). La estructura de tallas se obtuvo de la longitud total (LT) a través de histograma de frecuencias para todos los individuos y por sexo. Se calculó el error de la medición del sistemático al momento del cálculo, el cuál resulto de 10%. A estos datos se aplicó una prueba a priori, Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1999).

Los análisis obtenidos en la región de La Paz (Punta cuevitas, Isla Partida) se compararon con algunos parámetros poblacionales con las otras islas del Golfo de California.

7. RESULTADOS

Primero, se muestran los resultados demográficos poblacionales mensuales (abril 2009- marzo 2010) de *Sandyella tricornuta*, en la región de La Paz (Punta cuevitas, Isla Partida); después se analiza la comparación demográfica entre el conjunto de

islas del Golfo de California (Salsipuedes, San Marcos, Del Carmen, Santa Cruz, Las Ánimas) (Julio, 2009) y la región de La Paz. Las comparaciones efectuadas son: distribución actualizada de la especie, densidad poblacional promedio, densidad colonial respecto a volumen y peso del coral, densidad colonial respecto temperatura del mar *in situ*, proporción de sexos, proporción de hembras grávidas y estructura de tallas.

7.1 Distribución del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

Como se mencionó los sitios geográficos conocidos para *S. tricornuta* son: Las Islas Marías (21°22'7.57" N, 106°32'41.45" O) (Hendrickx, 1990) y Los Islotes (región de La Paz) al sur del Golfo de California (24°36'4.39" N, 110°25'59.05" O) (Wicksten y Hernández, 2000). En este trabajo se amplía el rango de distribución a través de las muestras obtenidas de la especie en doce islas del Golfo de California pasando desde la región norte, centro y sur listados a continuación (Figura 6; Tabla V).

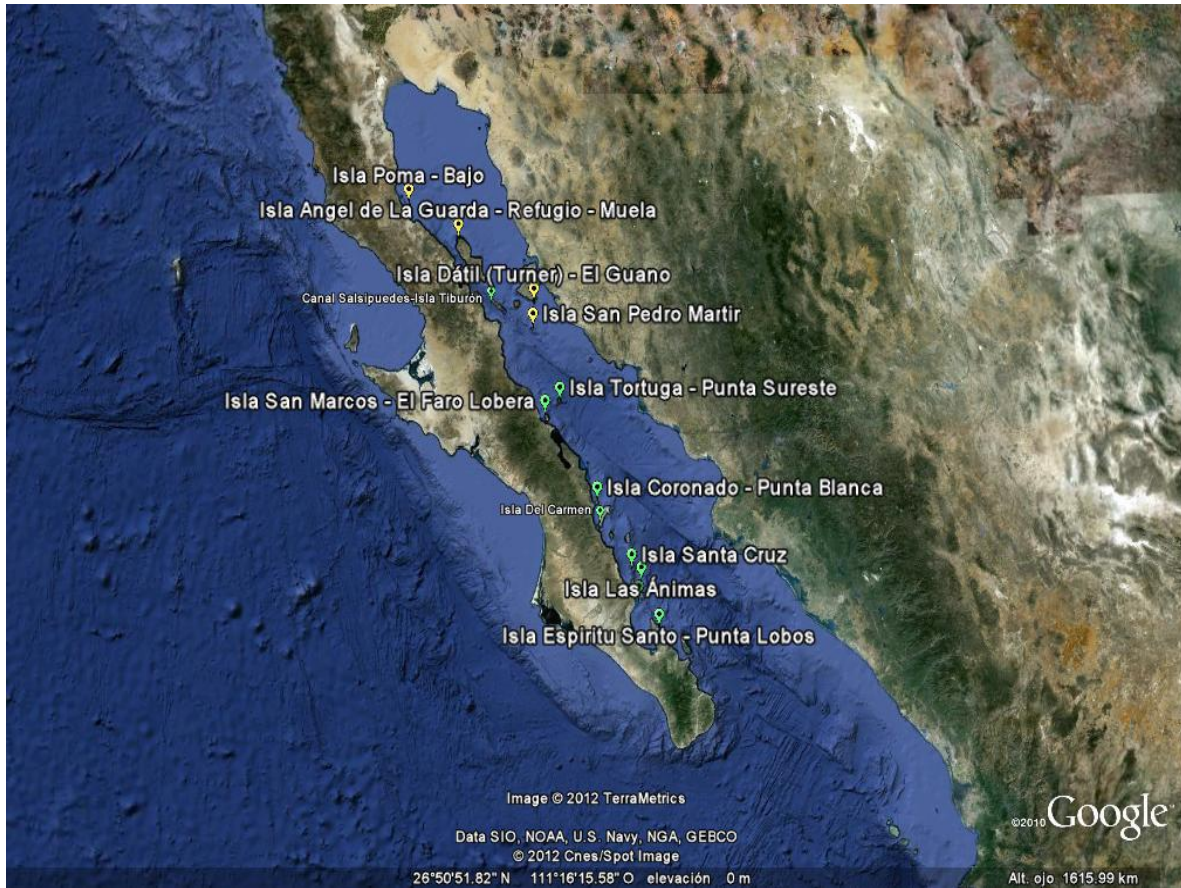


Figura 6. Distribución del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, a lo largo del Golfo de California

Tabla V. Registro de camarón carideo *Sandyella tricornuta* en colonias de coral negro *Antipathes galapagensis* en Islas del Golfo de California.

No.	Nombre	Región	No.	Nombre	Región
1	Poma	Norte	7	San Marcos	Centro
2	Ángel de la Guarda	Norte	8	Coronado	Centro
3	Dátil	Norte	9	Del Carmen	Centro
4	Salsipuedes	Norte	10	Santa cruz	Centro
5	San pedro Martir	Norte	11	Las Ánimas	Centro
6	Tortuga	Centro	12	Isla Partida	Sur

7.2 Densidad Promedio del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

7.2.1 Densidad poblacional mensual del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región La Paz (Punta Cuevitas)

La densidad poblacional promedio (abril 2009- marzo 2010) de *S. tricornuta* fue de 184 ind/m³, con una variación promedio de 54 ind/m³ (diciembre 2009) a 405 ind/m³ (junio 2009). De forma puntual, los valores de la densidad por colonia fue de 4 ind/m³ (febrero 2010) hasta 1,564 ind/m³ (junio 2009) (Figura 7). Por otra parte, aunque se obtuvieron densidades poblacionales con variaciones altas y bajas, no se muestra un patrón estacional. Cuando se realizar el análisis de medias, no existe una variación significativa entre los meses ($F_{5,10, \alpha 0.05}=1.16, p<0.05$) (Tabla VI).

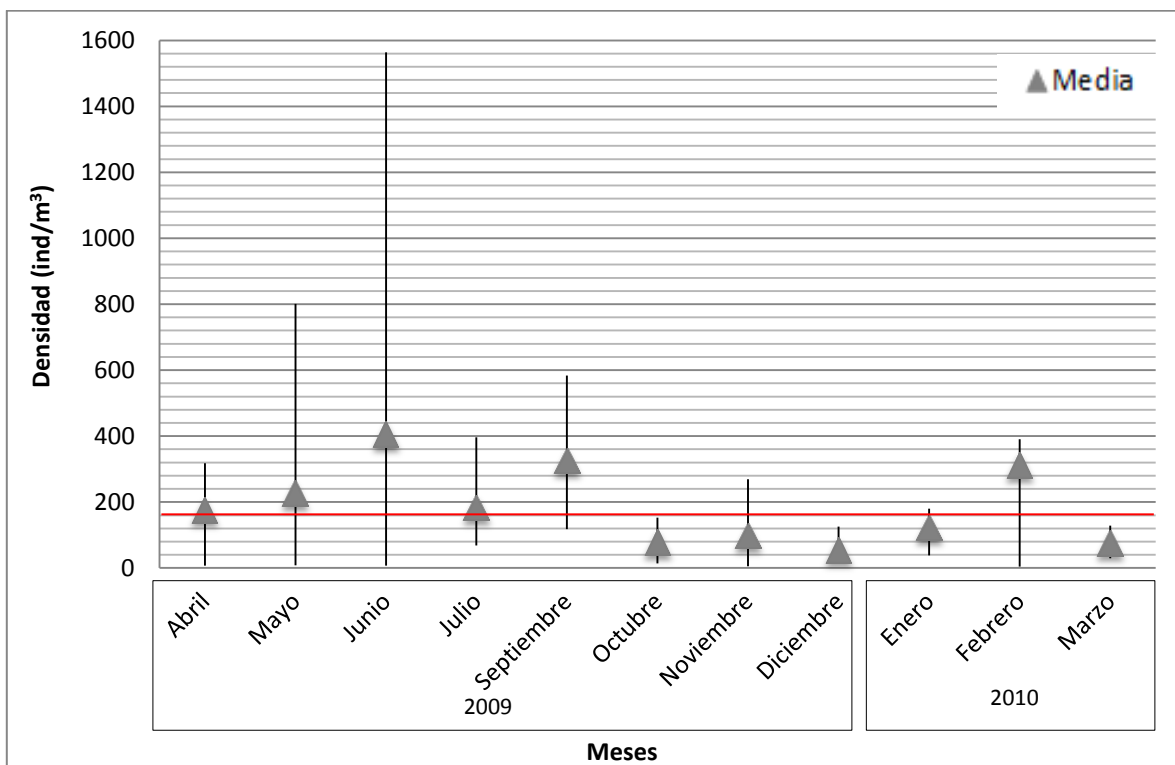


Figura 7. Densidad poblacional mensual del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región de La Paz. Se muestran los valores de densidad mayor, menor y promedio de abril 2009 a marzo 2010.

Tabla VI. Estadísticos descriptivos de la densidad colonial del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región de La Paz (Punta cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).

Año	2009								2010		
Mes	Abr	May	Jun	Jul	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Min	7	8	8	68	118	14	5	13	38	4	29
Max	317	801	1564	397	583	153	269	125	180	390	129
\bar{x}	175	226	405	182	325	77	97	320	121	311	74
S^2	11201	90754	356668	34656	51018	2825	12693	401851	2357	62934	1737
S	106	301	597	186	226	53	112	634	49	251	42
A	311	793	1556	328	465	139	264	1598	142	311	68
C.V.	60	133	148	102	70	69	116	198	40	80	56

* \bar{x} = media, S^2 =Varianza, S=Desviación estándar, A=Amplitud y C.V. Coeficiente de variación

7.2.2 Densidad poblacional del camarón *Sandyella tricornuta*, en las islas del Golfo de California (julio 2009)

En general la densidad poblacional promedio de *S. tricornuta* entre las islas del Golfo de California (julio 2009) fue de 244 ind/m³, encontrando valores promedio entre 107 ind/m³ (Isla del Carmen) y 2,379 ind/m³ (Isla Santa Cruz), esta última presentó la densidad más alta siendo la excepción, ya que de manera particular las Islas Salsipuedes, San Marcos, Isla del Carmen, Las Animas y Espíritu Santo presentaron densidades promedio similares, 25 ind/m³, 48 ind/m³, 53 ind/m³, 96 ind/m³ y 181 ind/m³ respectivamente (Figura 8). Los estadísticos descriptivos muestran coeficiente de variación distinta entre las islas, sobresaliendo la Isla San Marcos y Espíritu Santo. Sin embargo, la F de Fisher demostró que al tener medias con diferencias semejantes entre ellas, los valores no tienen una variación significativa entre las islas ($F_{5,10, \alpha 0.05}=0.13, p<0.05$) (Tabla VII).

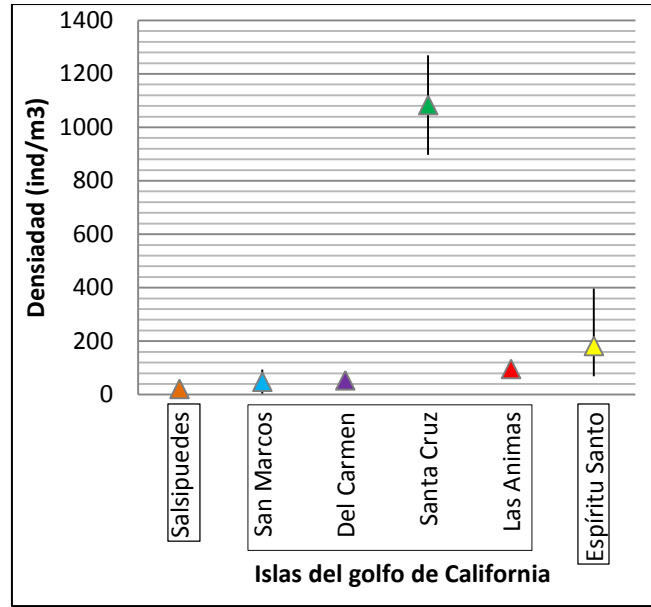
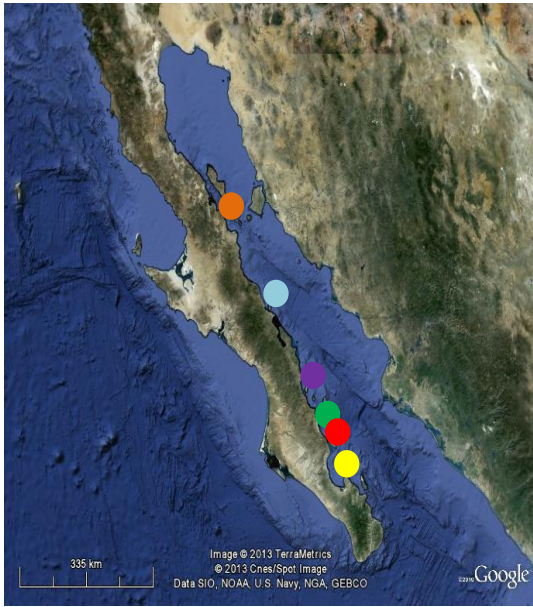


Figura 8. Densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en las islas del Golfo de California durante julio 2009. Se muestran los valores de densidad mayor, menor y promedio.

Tabla VII. Estadísticos descriptivos de la densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en las islas del Golfo en julio 2009.

	San Marcos	Del Carmen	Santa Cruz	Las Animas	Espíritu Santo
Colonias	3	2	2	2	3
Min	4	51	90	90	68
Max	94	55	1269	103	396
\bar{x}	48.43	53.42	371.79	96.15	77
S^2	4030	9.13	69115.71	82.18	2825
S	63.68	3.02	262.89	9.07	53
A	89.74	4.27	371.79	12.82	139
C.V.	131.07	5.66	24.27	9.43	69

* \bar{x} = media, S^2 =Varianza, S=Desviación estándar, A=Amplitud y C.V. Coeficiente de variación

7.3 Densidad del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta* respecto al volumen y peso de las colonias del hospedero *Antipathes galapagensis*

7.3.1 Densidad del camarón *Sandyella tricornuta*, en la región de La Paz (Punta Cuevitas)

Se observa que el 65% de la densidad de *S. tricornuta* ocurre en un volumen “virtual” medio en valores de 0.01 a 0.6m³, registrando valores de densidad bajos de 7ind/m³ y altos de 1612 ind/m³. Es decir, no se observó una relación directa entre la densidad de *S. tricornuta* y el volumen (i.e. tallas de alto y ancho) de las colonias de coral negro, indica que no cambia la abundancia de los individuos al aumentar o disminuir el volumen del coral de una forma directa o proporcional (Figura 8).

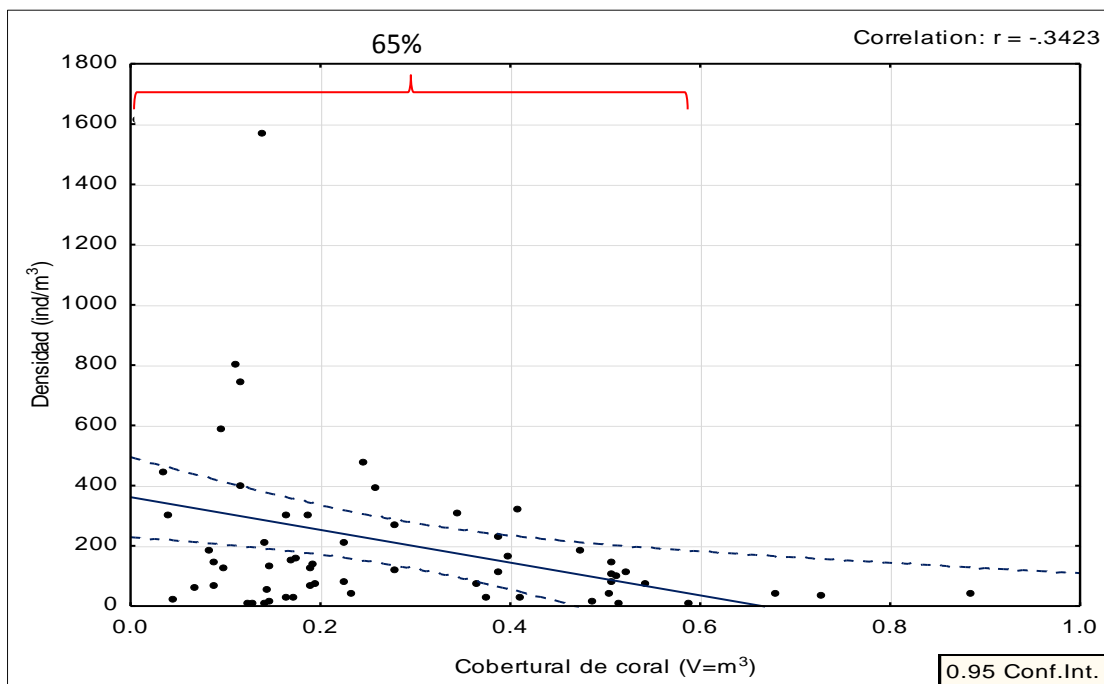


Figura 9. Relación lineal entre densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta* (ind/m³) respecto al volumen del coral negro *Antipathes galapagensis* (m³).

En tanto, al contrastar la densidad poblacional de *S. tricornuta* con el peso seco de

hospedero *A. galapagensis*, no se encontró una correlación entre estas dos variables. Encontrando densidades menores (7 ind/m^3) y mayores ($1,612 \text{ ind/m}^3$) en pesos tanto bajos (6 g) como altos (225 g). El 75% de la densidad colonial de *S. tricornuta* ocurre en un volumen peso bajo entre los valores de 6 g a 100 g, siendo sólo el 25% en pesos superiores (Figura 10).

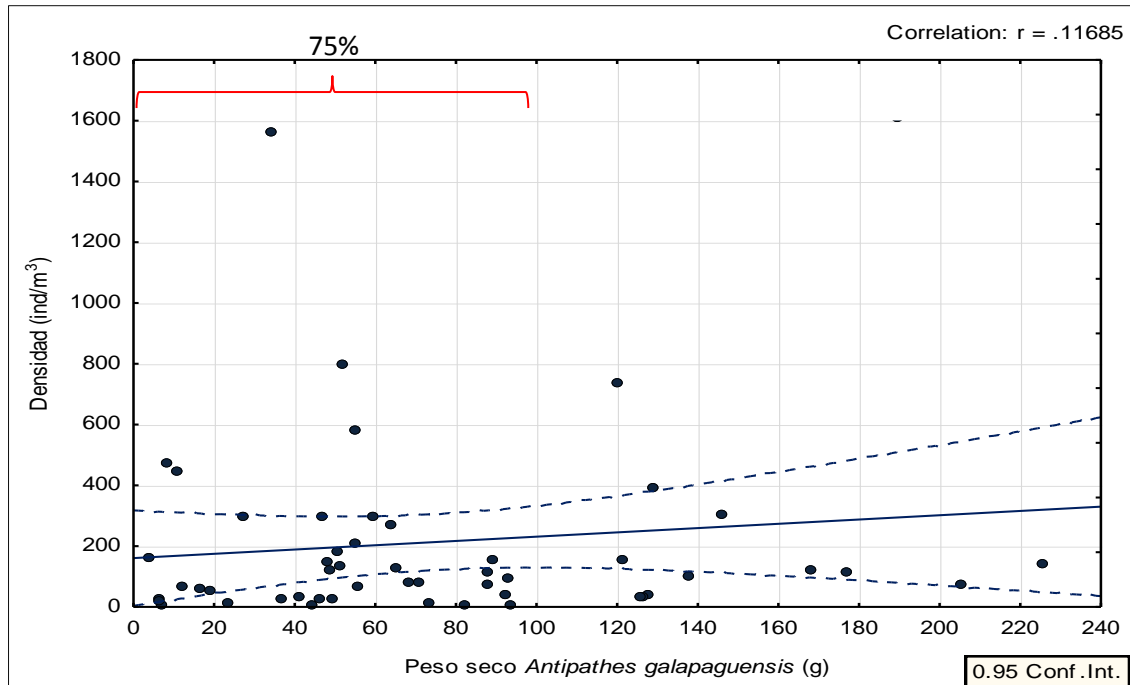


Figura 10. Relación lineal con coeficiente de correlación entre densidad poblacional del camarón carideo *Sandyella tricornuta* (ind/m^3) y peso seco del coral negro *Antipathes galapagensis* (g).

7.3.2 Densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en las islas del Golfo de California (julio 2009)

La correlación entre la densidad poblacional de cada una de las islas y la cobertura de coral, no indica relación entre estas variables, encontrando volúmenes entre 0.11 y 0.29 m^3 (Figura 11). La densidad poblacional de *S. tricornuta* respecto al peso seco del hospedero *A. galapagensis*, no muestra una relación entre ambas variables.

Encontrando densidades menores (4 ind/m^3) y mayores (1269 ind/m^3) en pesos bajos (33g) como altos (311g); el 80% de las colonias de coral negro recolectadas tienen un peso seco no mayor a 80g encontrando el 85% de las densidades (Figura 12).

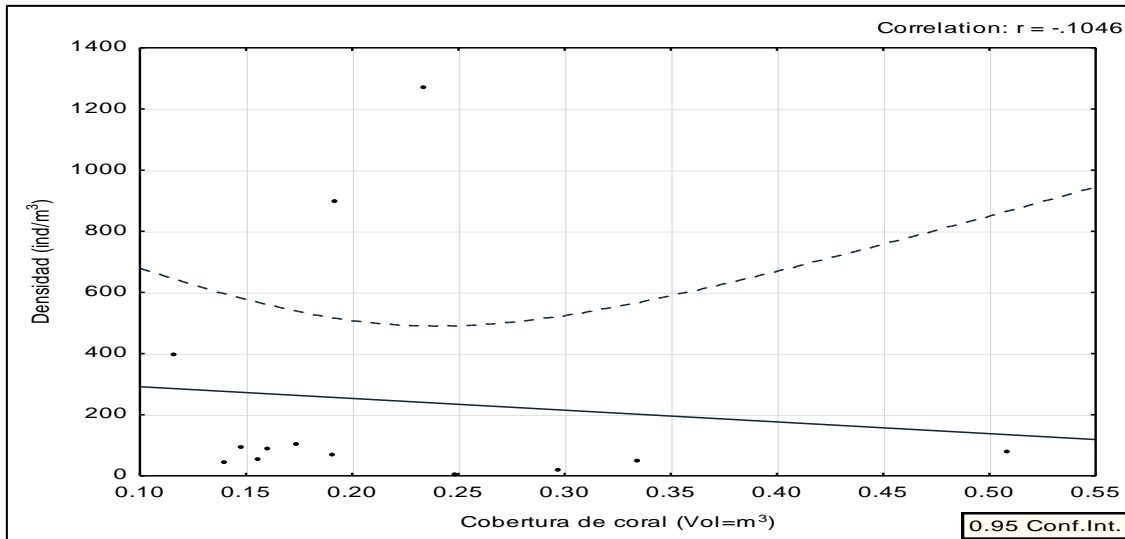


Figura 11. Islas del Golfo: Relación lineal con coeficiente de correlación entre densidad colonial del camarón carideo *Sandyella tricornuta* (ind/m^3) y volumen “virtual” de coral negro *Antipathes galapagensis* (m^3).

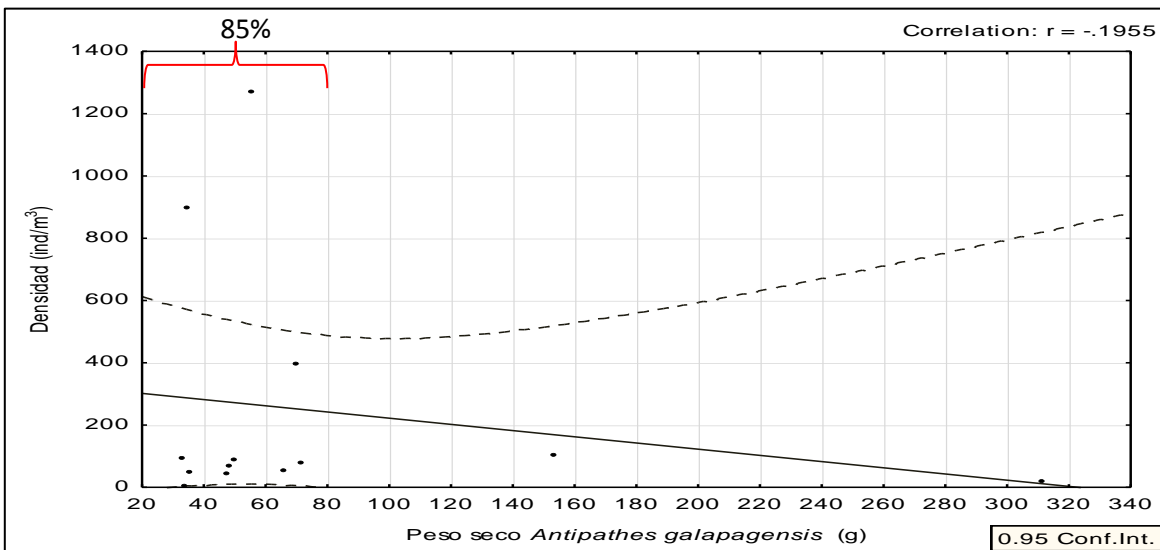


Figura 12. Islas del Golfo: Relación lineal con coeficiente de correlación entre densidad poblacional del camarón carideo *Sandyella tricornuta* (ind/m^3) y peso seco de coral negro *Antipathes galapagensis*(g).

7.4 Densidad del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta* respecto a la temperatura *in situ*

*7.4.1 Densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta* respecto a la temperatura *in situ*, en la región La Paz (Punta Cuevitas)*

Al contrastar las temperaturas encontradas y la densidad poblacional de *S. tricornuta* se observó que no existe una relación directa entre ambos factores, realizando el mismo resultado para hembras, machos y hembras grávidas, esto debido a que podemos encontrar densidades altas y bajas en todo el rango de temperaturas encontradas (21-30°C).

*7.4.2 Densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta* respecto a la temperatura *in situ*, en las islas del Golfo de California (julio 2009)*

En cuanto, al análisis entre la variable temperatura con la densidad de individuos, hembras, machos y hembras grávidas, no presentan una relación lineal correspondiente a la densidad colonial entre ambos factores, esto debido a que al igual que en la región La Paz podemos encontrar densidades altas y bajas en todo el rango de temperaturas encontradas (24-30°C).

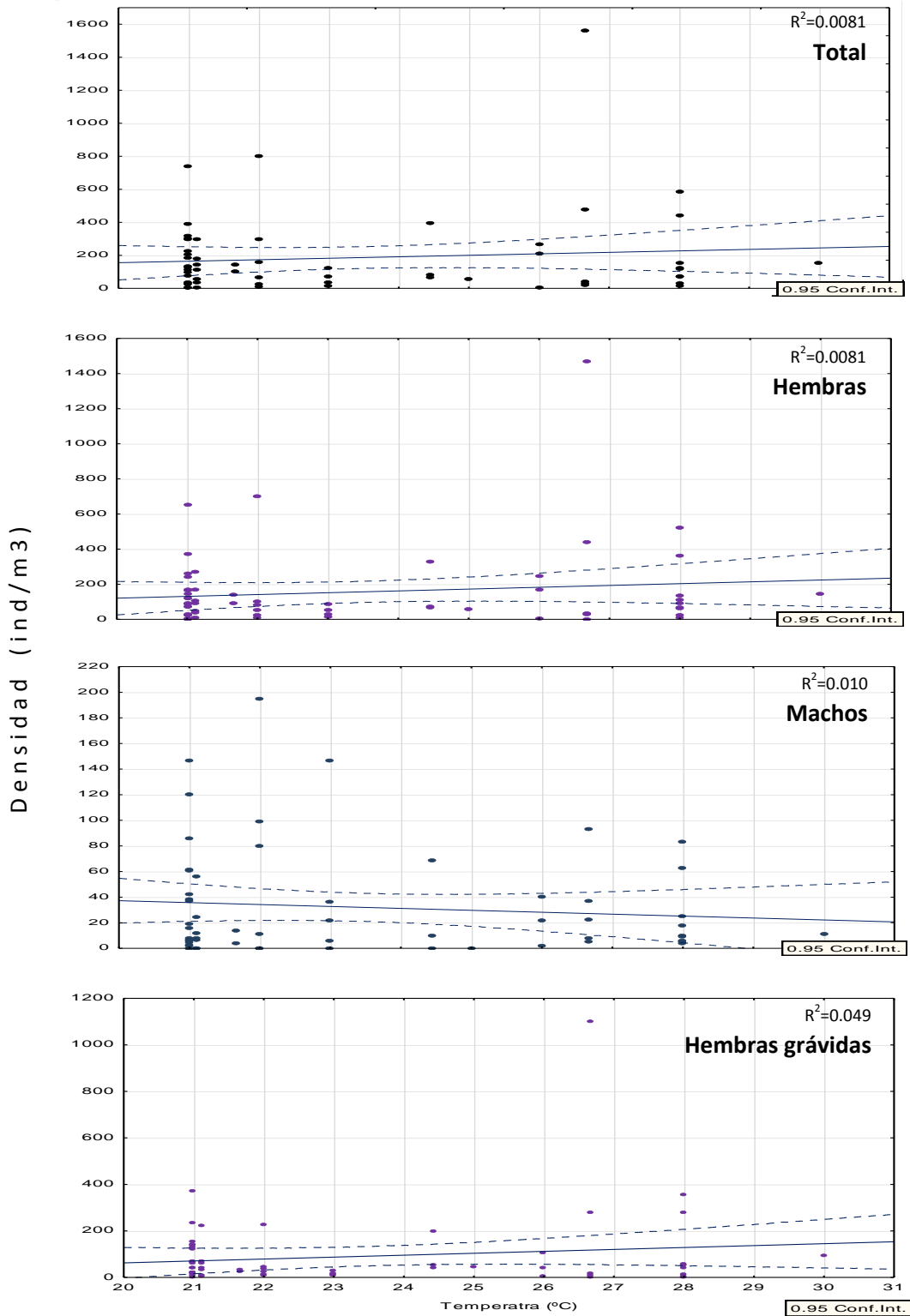


Figura 13. Región La Paz (Punta Cuevitas). Relación lineal entre densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta* total, hembras, machos y hembras grávidas (ind/m³) y temperatura *in situ* (°C).

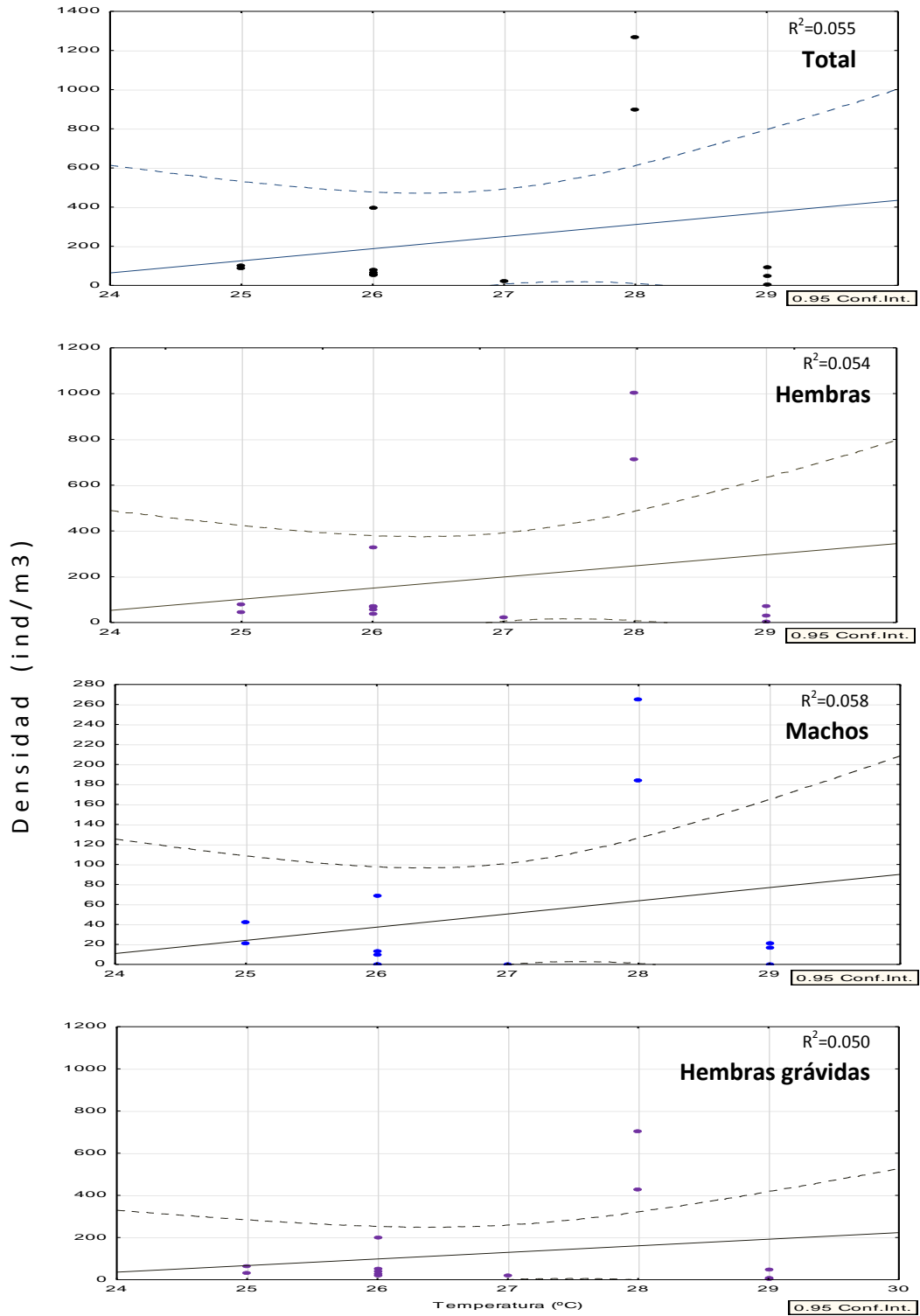


Figura 14. Islas del Golfo. Relación lineal entre densidad del camarón carideo *Sandyella tricornuta* total, hembras, machos y hembras grávidas (ind/m³) y temperatura *in situ* (°C).

7.5 Proporción de Sexos del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

7.5.1 Proporción de sexos del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región La Paz (Punta Cuevitas)

De forma general en la proporción de sexos las hembras constituyen el componente principal con 81% de la densidad total ($\chi^2_{0.05,1} 38.4$, $p>0.05$) es decir 4♀:1♂, existiendo una diferencia significativa (Figura 15). Sólo en cuatro casos de los cincuenta corales analizados, los machos sobrepasaron con un 50 % al 64%, en el caso de hembras 17 colonias presentaron densidades mayores al 90% (Figura 16).

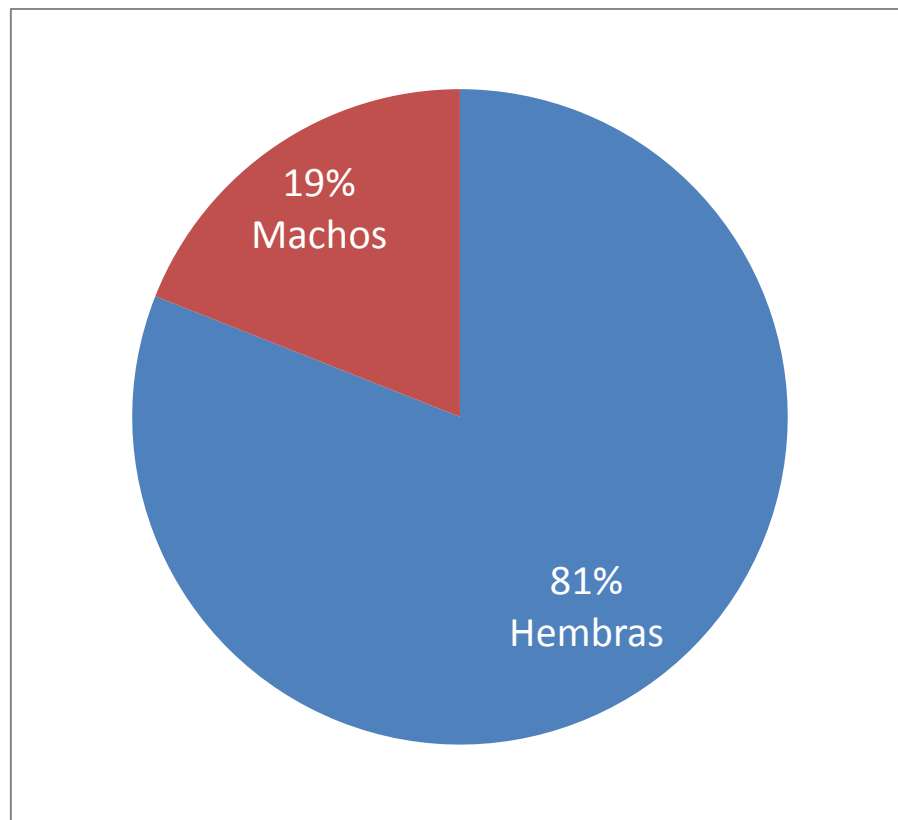


Figura 15. Proporción de sexos total del camarón carideo *Sandyella tricornuta* de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).

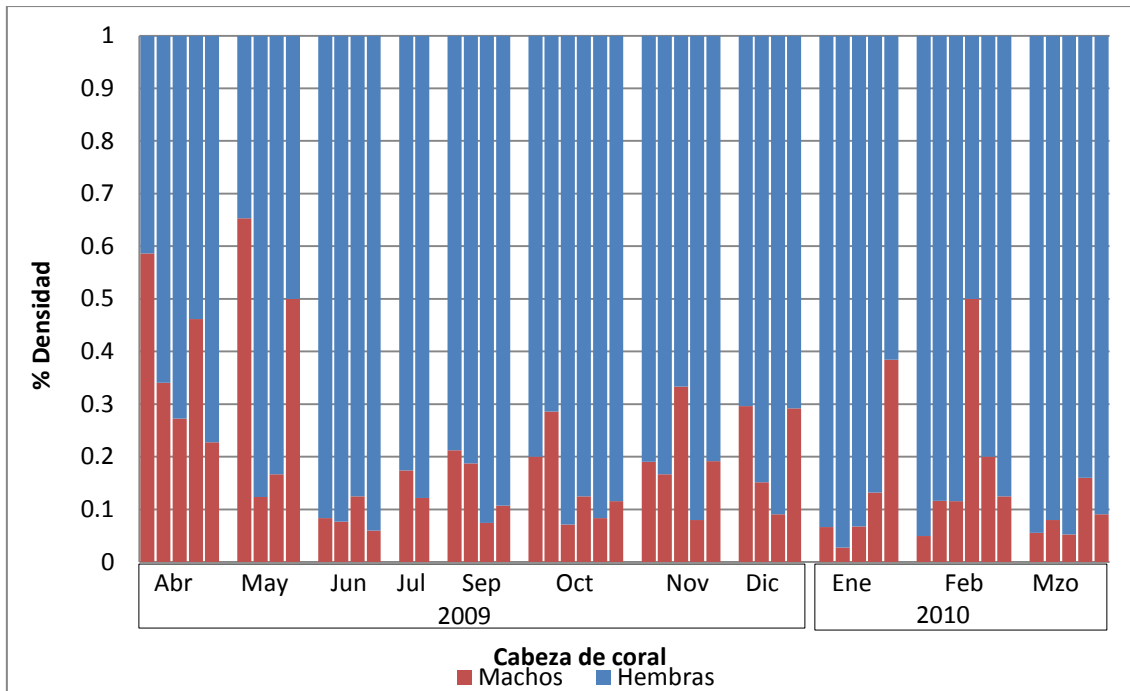


Figura 16. Proporción de sexos del camarón carideo *Sandyella tricornuta* por colonia de coral negro, de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).

En el análisis mensual, se observó que las hembras presentaron valores arriba del 60% (3:1) respecto a los machos. En específico, los machos en abril ($X^2_{0.05,1}=5.97$, $p>0.05$) y mayo ($X^2_{0.05,1}=7.74$, $p>0.05$) sobrepasan el 25% es decir 3♀:2♂, con 39 y 29% respectivamente, mientras que las hembras presentan valores mayores al 80%, es decir 4♀:1♂ en los meses de junio a marzo, es decir , siendo los más altos junio 2009 y marzo 2010 con 92 y 93% respectivamente (Figura 17).

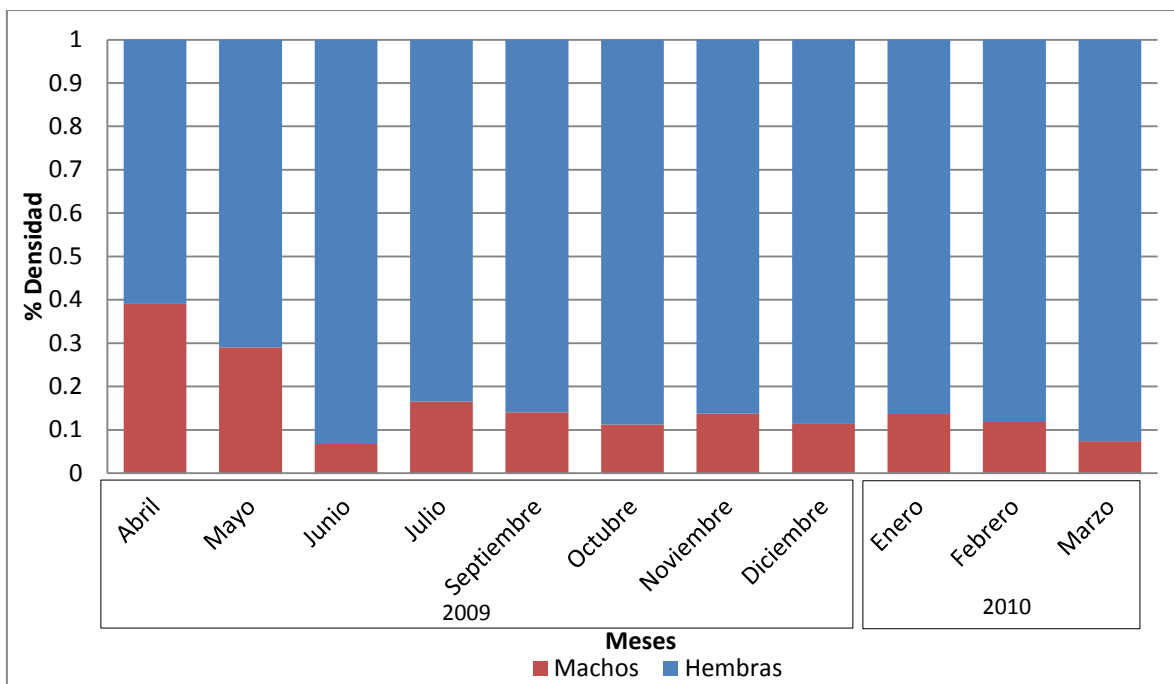


Figura 17. Proporción de sexos mensual del camarón carideo *Sandyella tricornuta* de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos, en la región La Paz (Punta Cuevitas), (abril 2009 a marzo 2010).

7.5.2 Proporción de sexos del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en las Islas del Golfo de California (julio 2009)

En las islas del Golfo de California se observó que las hembras representan más del 70% de la población es decir $7♀:3♂$, los valores de ambos sexos fueron similares entre ellas, teniendo un porcentaje de hembras para Salsipuedes ($X^2_{0.05, 1} 53.3$, $p<0.05$) de 87%, San Marcos ($X^2_{0.05, 1} 23.04$, $p<0.05$) de 74%, Del Carmen ($X^2_{0.05, 1} 57.76$, $p<0.05$) de 88%, Santa Cruz ($X^2_{0.05, 1} 36$, $p<0.05$) de 79%, Las animas ($X^2_{0.05, 1} 10.9$, $p<0.05$) de 67% y región La Paz (Punta Cuevitas) ($X^2_{0.05, 1} 51.84$, $p<0.05$) de 86% (Figura 18).

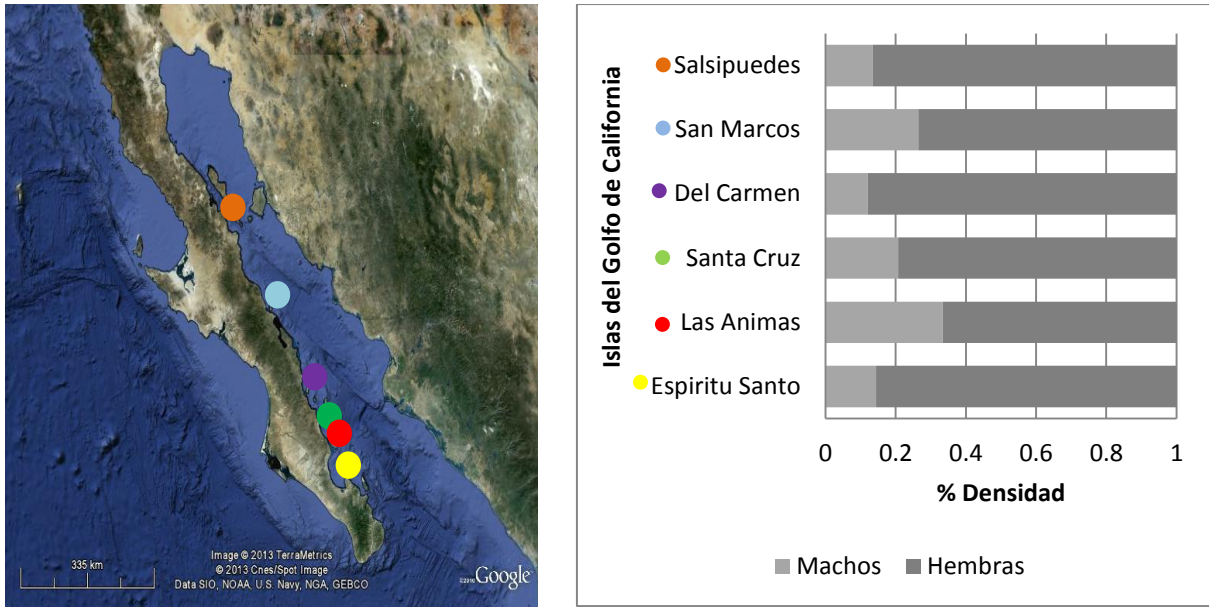


Figura 18. Proporción de sexos del camarón carideo *Sandyella tricornuta* de acuerdo al porcentaje de densidades de ambos sexos, en las Islas del Golfo de California (julio 2009).

7.6 Proporción de Hembras Grávidas del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

7.6.1 Proporción de hembras grávidas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región La Paz (Punta Cuevitas)

Siempre se encontró hembras grávidas en todas las colonias y en todos los meses, la proporción general fue de un 59% es decir $3\text{♀}_g:2\text{♀}_i$, con variaciones poco significativas a lo largo de los meses ($X^2_{0.05, 1} 3.67, p < 0.05$), sin embargo no se encontró un patrón definido, teniendo 6 meses con proporciones mayores al 50%, entre 52% y 87% y 5 con menores del 50% entre 34% y 48%, además se observó que al comparar las muestras con los porcentajes de machos no mostró una relación significativa entre ambos valores (Figura 19).

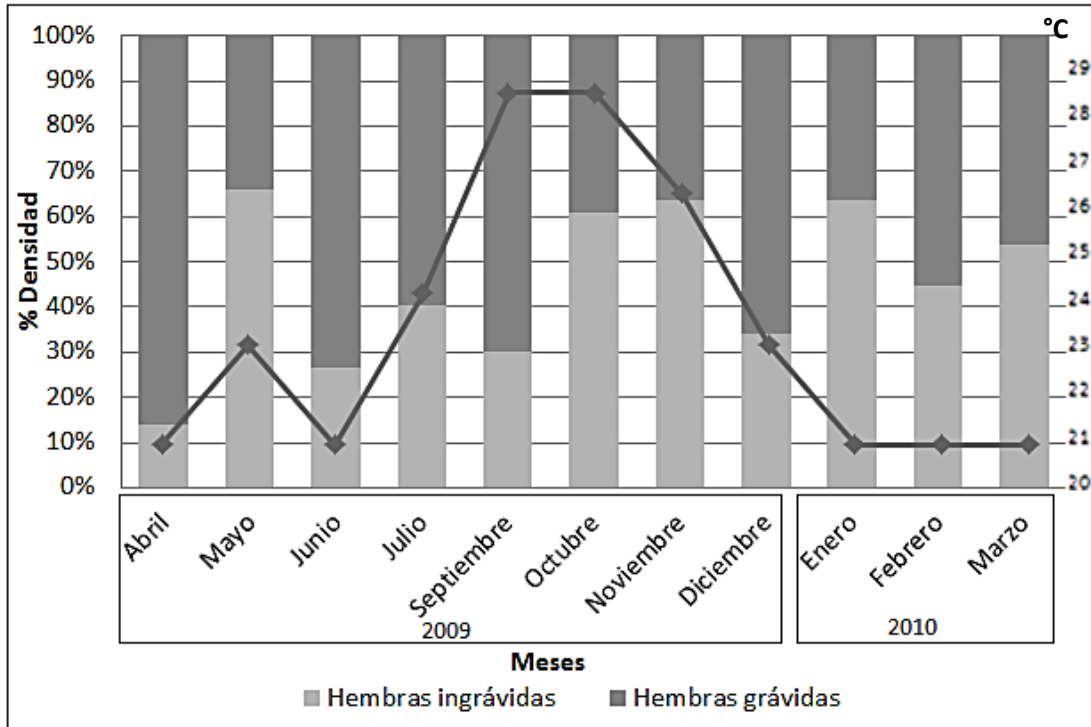


Figura 19. Proporción mensual de hembras grávidas e ingravidas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).

7.6.2 *Proporción de hembras grávidas del camarón carideo Sandyella tricornuta, en las Islas del Golfo de California (julio 2009)*

Las islas presentaron diferentes proporciones, teniendo valores por encima del 50%, la isla con mayor densidad de hembras grávidas fue Salsipuedes con 100% (1:0), siguiendo San Marcos ($X^2_{0.05, 1} 1.49, p>0.05$) con 56% (1♀_g:1♀_i), Del Carmen ($X^2_{0.05, 1} 1.0, p>0.05$) con 55% (1♀_g:1♀_i), Santa Cruz ($X^2_{0.05, 1} 10.24, p<0.05$), con 66% (3♀_g:2♀_i), Las Animas ($X^2_{0.05, 1} 5.76, p<0.05$), con 76% (4♀_g:1♀_i) y Región La Paz ($X^2_{0.05, 1} 28.1, p<0.05$) con 62% (3♀_g:2♀_i). Además se observó que al comparar las muestras con los porcentajes de machos no mostró una relación significativa entre ambos valores (Figura 20).

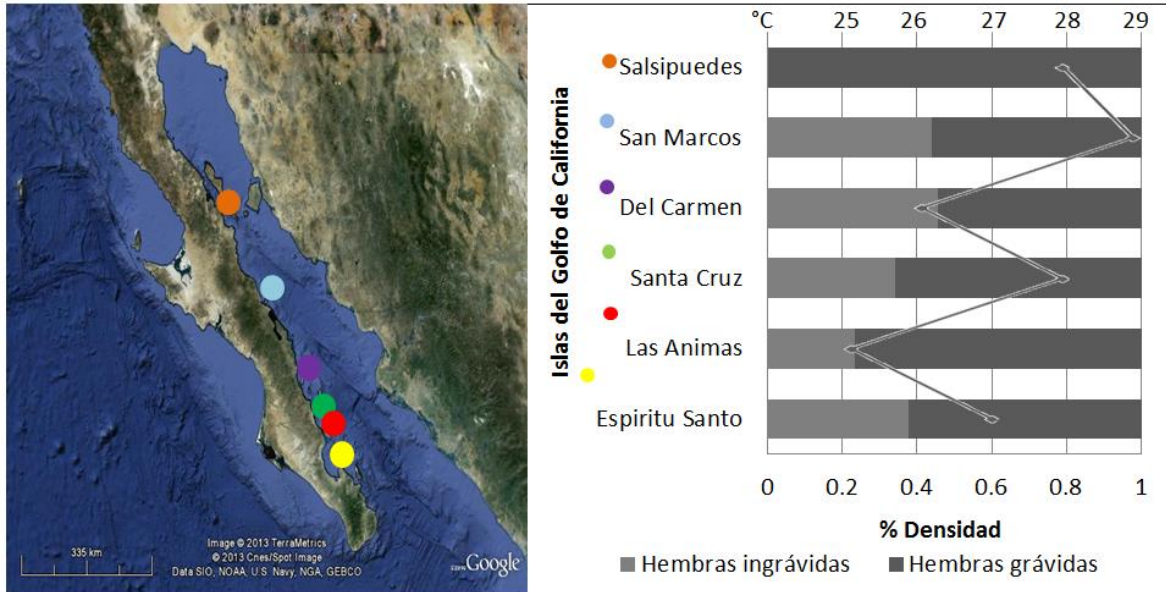


Figura 20. Proporción de hembras grávidas e ingravidas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en Islas del Golfo de California (julio 2009).

7.7 Estructura de Tallas del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

7.7.1 Estructura de tallas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región La Paz (Punta Cuevitas)

Debido a las diferencias morfológicas entre machos y hembras se separó los histogramas de frecuencias por sexo y finalmente se enlazaron en un gráfico.

Las tallas en ambos sexos presentaron una distribución normal, en el caso de las hembras las tallas fueron de 2.85mm a 12.6mm, con una moda de 6mm a 8mm, presentando la tendencia a la población total debido a su amplia densidad. Los machos presentaron tallas en menor espectro de 3.48mm a 12.35mm, teniendo una moda entre 5mm y 8mm (Figura 21).

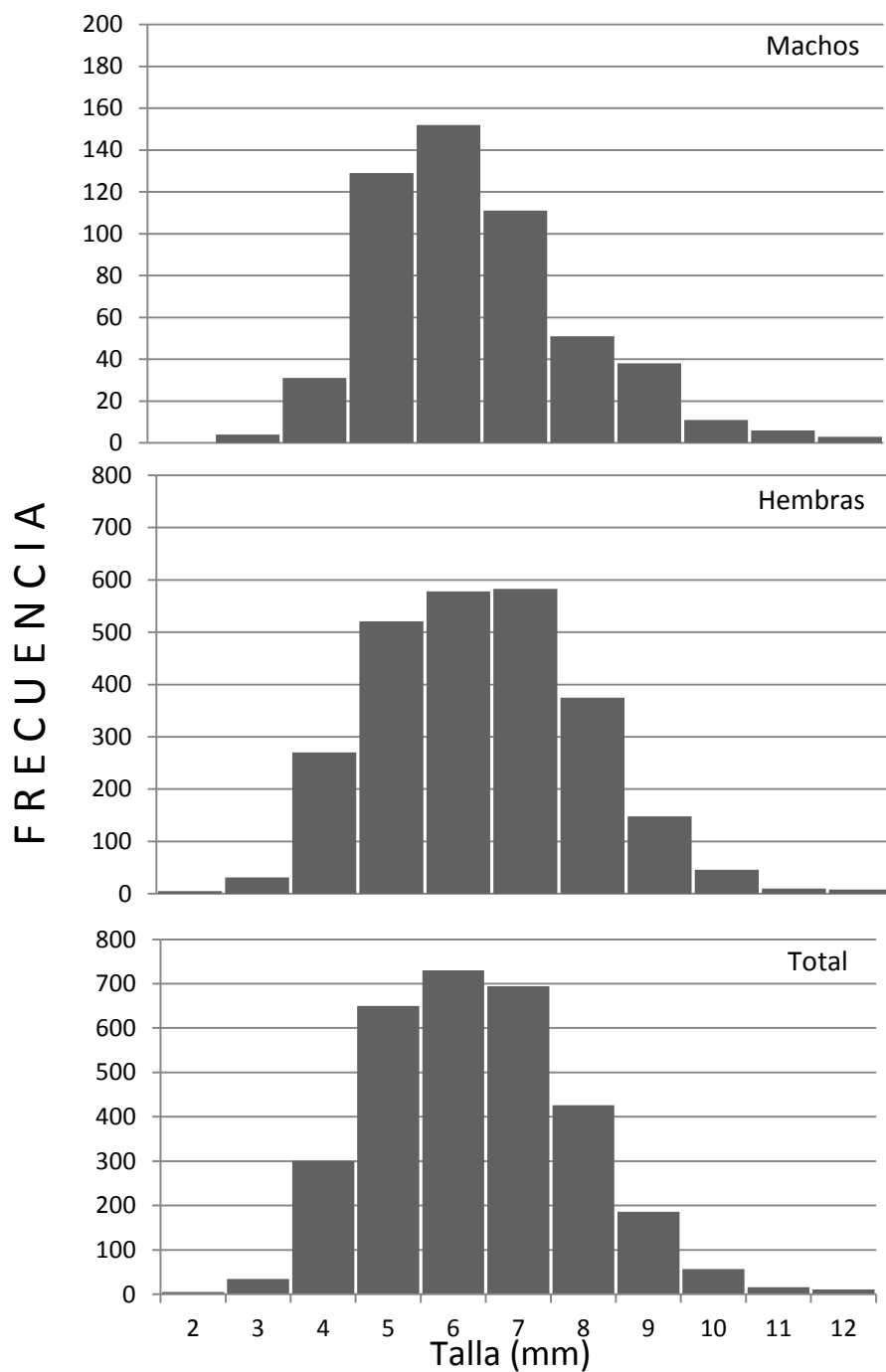


Figura 21. Histograma de frecuencias de tallas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, Región La Paz (Punta cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).

En particular, los meses en el caso de las hembras presentaron modas entre los 4 y 7 mm, los meses más fríos de noviembre a marzo presentan una alta distribución en las tallas modales de 4 a 5 mm, siendo estos meses donde las tallas más grandes no sobrepasaron los 10 mm, de abril a septiembre se encontraron tallas modales entre los 6 y 8mm teniendo mayor tendencia en la talla 7 mm y sobrepasando los 10mm en sus tallas más grandes.

Los machos en los meses de abril a julio 2009 presentaron tallas mayores entre 6 y 8 mm, conjuntamente se encontraron individuos de tallas mayores entre 10 a 12 mm, al contrario que en los meses de septiembre 2009 a febrero 2010 donde su moda fue de 4.5 a 6 mm de longitud total y con individuos con tallas menores a 10 mm (Figura 22).

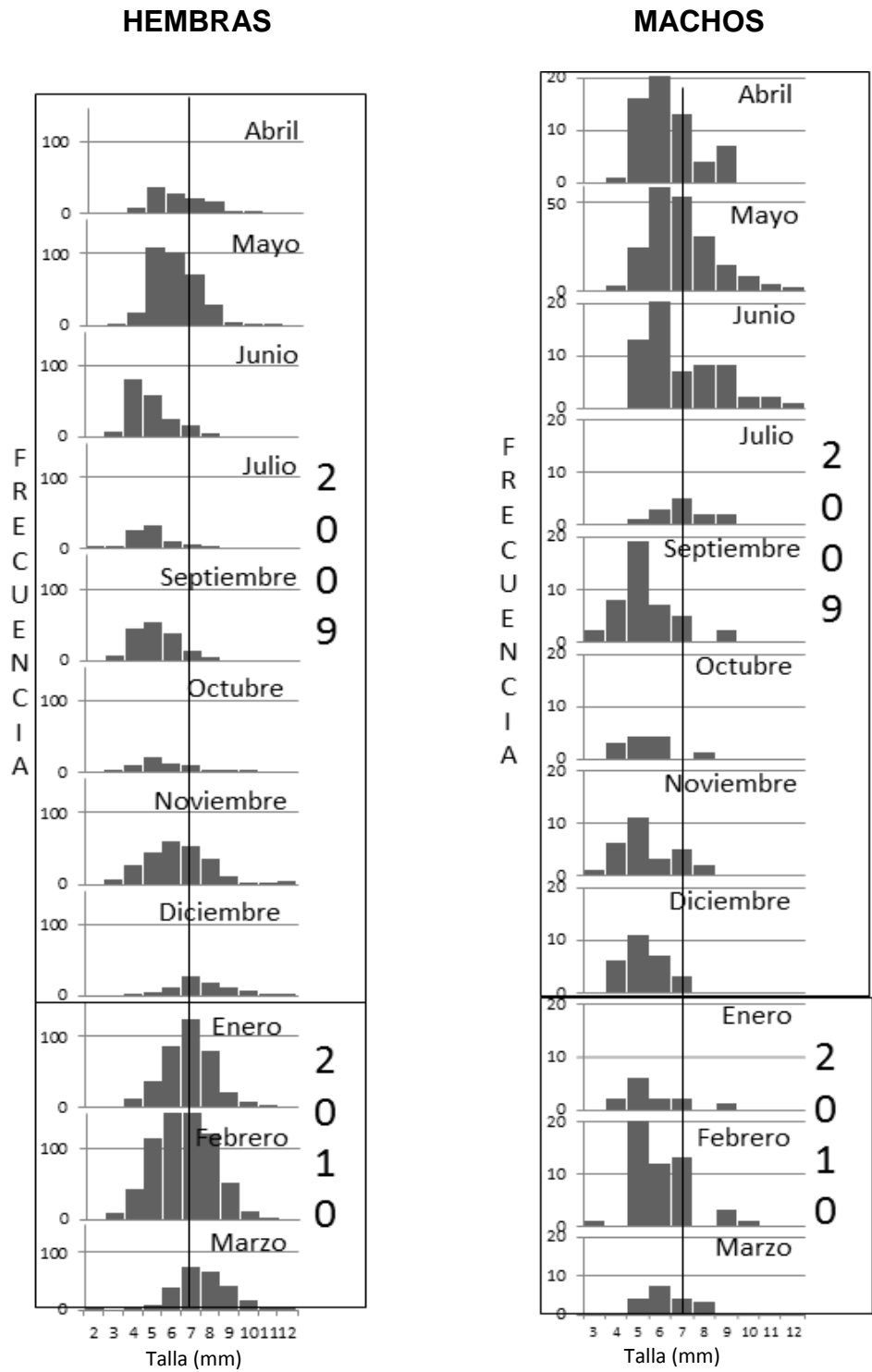


Figura 22. Histogramas de frecuencias de tallas de hembras y machos del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009 a marzo 2010).

7.7.2 Estructura de tallas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en las Islas del Golfo de California (julio 2009)

Se muestra sólo la estructura de tallas para las islas Santa Cruz y en la región La Paz (Punta Cuevitas) debido a la cantidad de especímenes. En ellas las tallas fueron de 3mm a 14mm, la moda está representada de 6mm a 8mm tanto para hembras como para machos, encontrando tallas máximas en Espíritu Santo de 13mm en hembras, 11 en machos, mientras que en Santa Cruz, 12 mm para hembras y 14 mm para machos (Figura 23).

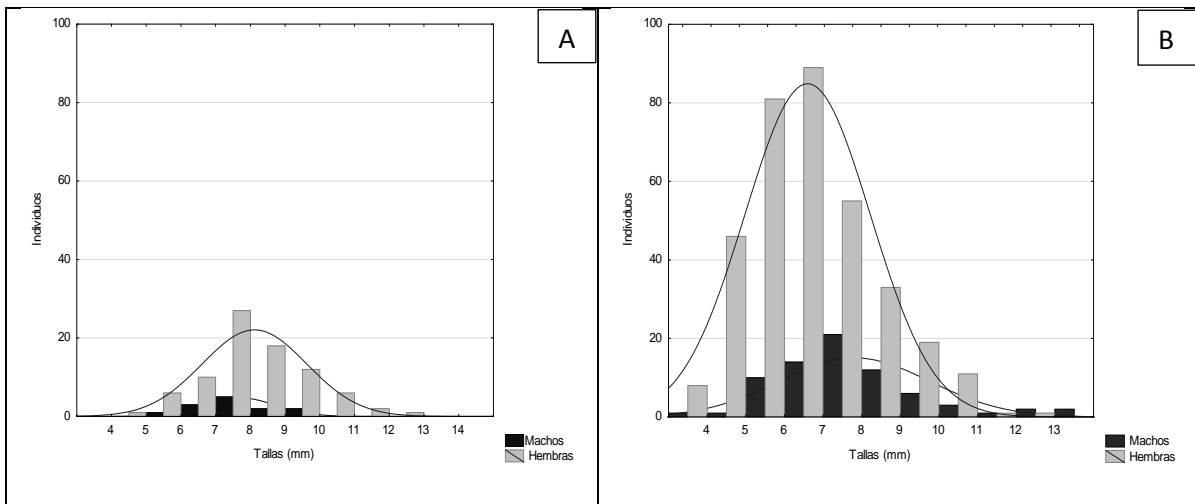


Figura 23. Histograma de frecuencias del camarón carideo *Sandyella tricornuta*, en las islas del Golfo de California. A. Región La Paz (Punta Cuevitas); B. Santa Cruz.

8. DISCUSIÓN

La mayoría de las especies de carideos en el Golfo de California, pertenecen a grupos de invertebrados tropicales de origen Panámico o Indo-Pacífico. Esto marca la diferencia en los patrones de distribución de las familias de carideos más comunes en el Golfo de California (Palaemonidae y Alpheidae). Estas familias no son tan diversas como en el Caribe o Indo-Pacífico, esto se debe, a la escasez de arrecifes de coral pétreo, grandes esponjas u otros hábitats de sustento. Sin embargo, la información de micro-hábitats, comportamiento, interacciones inter-específicas y genéticos de los camarones podría explicar las curiosas diferencias (Wicksten, 1983).

La fauna de aguas profundas representa todavía un problema todavía sin solucionar. Además que se agudiza el desconocimiento de esta fauna por la falta de muestreos adecuados, al no obtener aun una idea muy clara de los patrones de corrientes de agua en las partes más profundas del Golfo de California (Hendrickx y Brusca, 2007).

La estructura poblacional es sumamente importante para evaluar y tomar en cuenta los recursos que están en un ecosistema, ya que nos indica la probabilidad de que los individuos de una especie ocurran en una población, y en el caso del camarón carideo *S. tricornuta* que coexiste de forma simbiótica con el coral negro, dicha estructura se ve influenciada por condiciones naturales que dan como resultado parámetros demostrativos que nos indica la prosperidad de una especie, que a la vez está ligada con la salud de su hábitat.

8.1 Distribución del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

La distribución espacial de las especies puede ser alterada por las características del sustrato, las variaciones estacionales, la disponibilidad de alimento y por la competencia intra-específica de los recursos limitados. Particularmente, en las especies simbiotes su distribución depende directamente de la distribución de su hospedero y cualquier modificación a su distribución será reflejada en sus simbiotes. Por ejemplo, varias especies de corales pétreos (i.e. *Pocillopora* spp.) son de amplia distribución, abarcando varios océano, golfos y mares (i.e. Mar Rojo, Indo-Pacífico, Pacífico Central y Pacífico Este), por ende sus simbiotes (i.e. cangrejos *Trapezia* spp.) potencialmente tendrían la misma distribución (Wicksten y Hernández, 2000; Ramirez-Llodra *et al.*, 2007).

Por su parte, *Sandyella tricornuta* se designa como especie simbiote para el coral negro y de forma única para la especie *Antipathes galapagensis* al encontrarse conectada sólo a esta especie y con una presencia del 100%, estableciendo entidad como hábitat que la resguarda junto a numerosas especies; sin embargo, con una relación más íntima al tener un marcado mimetismo en forma y coloración. En cuanto a la distribución de *S. tricornuta* se amplía de las dos localidades conocidas previamente: Islas Marías y Los Islotes (Bahía de La Paz) ahora a 12 islas del Golfo de California desde el sur hasta el Norte (Isla Ángel de la Guarda). Aún falta por establecer nuevos intervalos respecto a su profundidad y corroborar su distribución en relación a la distribución de *Antipathes galapagensis* que ocurre hasta las islas Galápagos y no se ha reportado.

Por otra parte, el número de individuos recolectados de *S. tricornuta* y la extensión de las localidades estudiadas, permiten extrapolar lo obtenido en este estudio y definir su dinámica poblacional y estrecha relación con su hospedero *A. galapagensis*.

8.2 Densidad Poblacional del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

La densidad poblacional promedio en la región La Paz (Punta Cuevitas) (abril 2009-marzo 2010) fue de 184 ind/m³, con una variación promedio entre 405 ind/m³ (junio 2009) y 54 ind/m³ (diciembre 2009), la *F de Fisher* de la diferencia entre las muestras no fue significativa, comportándose de forma similar en el paso del tiempo. A lo largo del Golfo la densidad poblacional promedio entre las islas (julio 2009) fue de 244 ind/m³, encontrando el valor de 2,379 ind/m³ para la Isla Santa Cruz, el cual fue el mayor registro para el Golfo con densidades similares entre las colonias del sitio. Esto muestra diferencias en su estructura social, existiendo colonias con pocos individuos y otras que presentan abundantes organismos (Figuras 7 y 8) (Wirtz y d'Udekem- d'Acoz, 2001).

Comúnmente en carideos existen diferentes configuraciones de la estructura social dependiendo de diversos factores; uno de ellos es el ambiente (factores abióticos y bióticos) al determinar la calidad del hábitat, misma que genera diferentes niveles de estrés; y en el caso de especies simbiotes al tipo del hospedero en que se encuentren, ya sea que tengan varios o sean especialistas a uno sólo (Wirtz y d'Udekem- d'Acoz, 2001; Pallas *et al.*, 2006).

Particularmente, factores bióticos como sus fases pelágicas que permiten una amplia dispersión o su fase béntica de limitado movimiento, y factores abióticos como temperatura y salinidad, actúan en diferentes escalas espaciales. Esto crea gradientes o diferentes condiciones, que pueden ocurrir sobre el orden de metro (microescala) o kilómetros (macroescala), de forma batimétrica o latitudinal, respondiendo a una variabilidad de estructuras en los organismos, cambiando así la densidad de los individuos de varias especies o afectando a una sola que se distribuya en un amplio espectro (Pallas *et al.*, 2006).

Estos cambios de estructura poblacional pueden verse claramente en diferentes especies, *Pseudocoutierea wirtzi*, Carideo Pontoniidae, vive en grupos de muchos individuos sobre gorgónidos, como lo hace *Pseudocoutierea antillensis* en el Caribe, mientras que en los corales denominados látigos de mar *Stichopathes lutkeni* sólo se encuentran individuos solitarios. Otros casos son especies de los géneros *Palaemon* y *Processa*, que se encontraron en una distribución vertical de juveniles que variaba en las diferentes especies. Por otro lado, existen especies que no cambian sus distribuciones o densidades entre los hábitats como *T. cranchii* en Coruña España, que presenta una alta densidad en los adultos sin presentar variación (Wirtz y d'Udekem- d'Acoz, 2001; Pallas *et al.*, 2006).

Como ya se mencionó existen diferentes factores predominantes que afectan la estructura poblacional, no obstante la temperatura y la oferta alimentaria juegan un rol preponderante en los patrones de distribución, competición, densidad y reproducción de las especies (Hixon *et al.*, 2002; Oyarzún *et al.*, 2010). En el caso de

este estudio, no se observó que la temperatura intervenga en la densidad de los individuos o provea un patrón de la misma. Por otro lado, al ser una especie simbiote y especialista del coral negro *A. galapagensis* se puede mostrar la prevaleciente densidad con relación significativa con la oferta alimentaria, reflejando la estrategia de mantenimiento en el coral y mostrando así la co-evolución intrínseca con el hospedero, teniendo un flujo con el exterior sin depender de la estacionalidad. Además, se ve reflejado en su alta producción de hembras y su alto porcentaje de hembras grávidas asegurando así su descendencia a un hábitat tan específico, y mostrando su estrategia para mantener la simbiosis obligada.

En las islas del Golfo de California la oferta alimentaria también es un factor importante para definir la cantidad de individuos por metro cúbico, ya que enmarca que la existencia de *A. galapagensis* a lo largo del golfo es un hábitat disponible y estable para la especie, en cuanto a la variación sobresaliente encontrada en la Isla Santa Cruz, no se cuenta con los suficientes datos para conocer si es un dato anómalo o si en general las condiciones locales de los sitios de muestreo interfiere en las densidades de la especie, por lo cual este tipo de estudios temporales en otras regiones podría dar mayores datos para conocer la variación poblacional de la especie en estas regiones.

Algunos ejemplos de especies de camarones en que los factores que intervienen en los cambios de densidad, son el camarón nylon *Heterocarpus reedi*, en la zona de Valparaíso cambia periódicamente su densidad tanto en profundidad como estacionalmente, o las poblaciones de *Hippolyte inermis* sobre los mantos de *Zostera*

y su población italiana de *Posidona*, donde la abundancia de organismos aumenta en verano o los camarones carideos *E. opophoroides* y *Nematopalaemos schmitti* que son influenciado por la variación de la temperatura causado por diversas corrientes (Arana *et al.*,1976; Fransozo *et al.*, 2005; Manjón-Cabeza, *et al.*, 2009; Fransozo *et al.*, 2009).

8.3 Densidad del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta* respecto al volumen y peso de las colonias del hospedero coral negro *Antipathes galapagensis*

Particularmente en los estudios para evaluar la densidad con la estructura física del hospedero como volumen o peso del mismo al ser un organismo colonial arbustivo no se encontró una relación de dependencia. Es decir, la densidad de camarones no es dependiente del tamaño de las colonias de coral negro; se pueden encontrar densidades bajas o altas en colonias de tallas pequeñas o grandes. Por lo tanto la densidad depende de otros factores que requieren de efectuar otros estudios particulares para establecer las causas de la relación de densidad del camarón con el coral negro.

8.4 Densidad del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta* respecto a la temperatura *in situ*

En cuanto a los registros de temperatura *in situ*, tampoco se encontró en todos los sitios alguna relación entre esta variable con la densidad, tanto de forma general en la densidad, como por sexo o por gravidez de las hembras. Como anteriormente se puntualizó al no ser un factor determinante nos indica que existen otros factores más

fuerzas que pueden influir en la densidad de los individuos de la especie, que recaen nuevamente en el hospedero y los recursos alimenticios que el coral negro provee a *S. tricornuta*.

El realizar estudios particulares sobre el metabolismo de la especie y hábitos alimenticios favorece el establecer de forma general la relación íntima con su hospedero.

8.5 Proporción de Sexos del Camarón Carideo *Sandyella tricornuta*

Las hembras fueron dominantes en número en todo el estudio, la proporción general de la región de La Paz (Punta Cuevitas) fue de 80% de hembras, en cada mes se encontraron valores mayores al 60% (Figura 17) y mayor al 70% en las islas (Figura 18).

Esta proporción determina la dirección y la intensidad de la competencia por las parejas. Es comprensible que por la proporción observada en *S. tricornuta* se muestre como una especie polígama, lo que puede caracterizar a una población con una alta competencia entre hembras, al estar presente con mayor número en la población (Manjón-Cabeza *et al.*, 2009).

Se sabe que la proporción de sexos a nivel local puede variar, al influir la separación espacial entre las hembras y machos activos. En este estudio, la distribución espacial se da en la misma colonia de coral al tener una densidad constante, lo que puede

influir en que los encuentros de las hembras con los machos sean fortuitos (Correa y Thiel, 2003).

Los crustáceos comúnmente tienen características sexuales de dimorfismo en una amplia variedad de atributos incluyendo morfología y comportamiento, que se ve reflejada en la selección sexual intensa. *S. tricornuta* posee dimorfismo sexual claro entre hembras y machos en muchos de los casos desde tallas pequeñas, existiendo machos con quelas gruesas y largas que pueden alcanzar a medir el mismo tamaño de su cuerpo favoreciendo así el número de hembras con un gran incremento en sus poblaciones; sin dejar de tener un importante número de machos en la población para su reproducción, siempre mayor al 10% de la misma y a la vez generando una competencia intraespecífica que define cada vez más su dimorfismo sexual, que se encuentra en todos los puntos del Golfo de California (Correa y Thiel, 2003).

Otro punto importante en la proporción de sexos depende por lo tanto de factores bióticos y abióticos, que influyen en la generación de condiciones no sólo para poder habitar, sino también para que la reproducción sea apropiada, el estudio no reflejó que la temperatura, factor abiótico reportado, influya en la densidad de machos o hembras en el coral. Sin embargo, la constante densidad presente y al encontrarlo restringido a la existencia y distribución del hospedero, influye claramente en la proporción de sexos encontrada (Correa y Thiel, 2003; Mosoli *et al.*, 2007).

Una vez que *S. tricornuta* encuentra el recurso alimentario suficiente para su existencia y la protección del hospedero, la reproducción se convierte en el vínculo

más importante para su especie, ligada a su vez con la producción constante de hembras. En general, la producción de organismos sin enmarcar una etapa reproductiva y así asegurar su presencia en el ambiente, que al llevar sus larvas al medio pelágico puedan encontrar el ambiente óptimo para sobrevivir con un fortuito establecimiento en su medio deseado, *A. galapagensis*.

En todos los crustáceos, en particular en camarones carideos es común que no exista una regla para la configuración de la proporción de sexos existiendo numerosos tipos de proporciones, en el caso de *Athanas spp.*, *Thor manningi* o *R. typus* la intensidad de la composición entre macho y macho genera que exista una notoria evolución en su dimorfismo sexual. *Heterocarpus reedi* es un ejemplo de camarones en el cual existe un predominio relativo de las hembras sobre los machos, existiendo además un dimorfismo sexual marcado para la especie, definido así por la competencia entre los sexos, en el caso de especies de *Trapezia* la constante exportación de larvas al medio pelágico permite que la producción y establecimiento en sus hospederos sea fortuita (Arana *et al.*, 1976; Correa y Thiel, 2003).

8.6 Proporción de Hembras Grávidas del Camarón Carideo *Sandyella triconuta*

Se resalta la presencia de hembras grávidas en todo el estudio, tanto de forma espacial como temporal, en la región La Paz (Punta Cuevitas) se encontró en diferentes proporciones con valores del 59 y 41% (Figura 19) sin presentar una etapa reproductiva para la especie, mientras que en las islas, las hembras grávidas

presentaron valores mayores al 50% encontrando el valor más alto en la Islas Las Animas y Salsipuedes con 76 y 100% respectivamente (Figura 20); en ambos análisis no se encontró relación de la gravidez con la temperatura o la densidad.

Los carideos, que se encuentran ampliamente distribuidos, pueden presentar varias modalidades y épocas de reproducción. Existiendo especies que presentan poblaciones a lo largo de grandes profundidades sin presentar un patrón específico, mostrando adaptaciones ecológicas a su hábitat o huésped, que permiten la constante reproducción; que se suma al encontrar hembras en estado de gravidez en cualquier época del año o distribución como es el caso de *S. tricornuta* (Correa y Thiel, 2003; Fransozo *et al.*, 2005; Oyarzún *et al.*, 2010).

En algunos casos, la medida de la proporción de adultos en una población es complicado para poder identificar la madurez sexual de los individuos, en particular de los machos, es por ello que en organismos pequeños como *S. tricornuta*, se define el estado de gravidez de las hembras para establecer una idea del comportamiento de la especie respecto a su reproducción (Correa y Thiel, 2003; Pallas *et al.*, 2006; Manjón-Cabeza *et al.*, 2009).

Es importante mencionar que dentro de las muestras observadas las hembras no grávidas en su mayoría eran hembras juveniles con rasgos de ingresar próximamente a la época reproductiva, las hembras de mayor tamaño presentaban mayor espacio disponible, por lo que la distribución de los adultos siguió un patrón similar al de los juveniles aunque las densidades variaron a lo largo del tiempo.

Sandyella tricornuta al presentar alta densidad de hembras grávidas, permite considerar que posee una gran adaptación a su hospedero para poder coexistir; asimismo, de poder obtener los recursos suficientes para la reproducción constante y exportar numerosos especímenes al exterior, lo cual es significativo, ya que para que una población siga existiendo a través del tiempo, debe presentarse una cantidad apropiada de adultos reproductores y con alta tasa de reproducción para tener mayores posibilidades de llegar a su hospedero al pasar de un estado pelágico a simbiote obligado y que persista la especie aún con una alta especificidad a su hospedero (Manet y Abella-Gutiérrez, 2006; Manjón-Cabeza *et al*, 2009; Vafis *et al.*, 2011).

8.7 Estructura de Tallas del camarón carideo *Sandyella tricornuta*

En la región La Paz (Punta Cuevitas) las tallas presentes fueron de 2.85 mm a 12.6 mm (3.48 mm-12.35 mm en machos) con una distribución normal, las tallas modales fueron de 5 a 8 mm semejantes durante todo el año, teniendo tallas más pequeñas en invierno (Figuras 21 y 22).

En las islas, la cantidad de especímenes para evaluar la estructura de tallas, sólo fue posible para la isla Santa Cruz y la región La Paz (Punta Cuevitas), encontrando tallas de 3 mm a 14 mm, con tallas modales similares de 6 a 8 mm para ambos sexos, análogo a lo encontrado en la región La Paz (Punta Cuevitas), encontrando sólo diferencia de las tallas máximas con individuos de 14 mm (Figura 23).

La estructura de tallas nos permite determinar las fluctuaciones espacio-temporales de la especie, entre ellas permite inferir tallas mayores de longevidad, reclutamiento, mortalidad, cierta estacionalidad en la presencia de la especie; el alimento, competencia, temperatura y latitud son factores que influyen en el crecimiento y la longevidad de especies. En el presente estudio se hace referencia a la alta especificidad del simbiote *S. tricornuta* con su hospedero *A. galapagensis*, al estudiar las tallas y encontrarlas con una distribución normal con tallas modales similares a lo largo del tiempo y el espacio muestra una reproducción continua y a su vez ligado con un reclutamiento constante de individuos referidos principalmente a un constante recurso alimentario y un hábitat óptimo para la especie que se refleja en el mimetismo y su prevalencia en el coral negro, haciéndolo un organismo especialista de su hábitat manifestando así su presencia, distribución normal de tallas y su constante reproducción (García- Rasso y Fernández-Muñoz, 1987; Kim, 2005; Manent y Abella-Gutiérrez, 2006).

Cabe resaltar que las talla modales son iguales para ambos sexos que podría interferir en su éxito reproductivo al encontrar una alta presencia de tallas en ambos sexos listos para su reproducción a lo largo del tiempo y a su vez variaciones mínimas de tallas que pueden ser referidas a fluctuaciones poblacionales pequeñas como reclutamiento y mortalidad (Manent y Abella-Gutiérrez, 2006).

Al igual que otros factores, la estructura de tallas en carideos puede presentarse de formas diferentes y que intervienen en ellos varios factores bióticos y abióticos, por

mencionar algunos *P. gravieri* la cual habita en aguas calientes y tiene crecimiento con fluctuaciones estacionales y el camarón *Palaemon adspersus* que su crecimiento se detiene en invierno y permite mayor longevidad (Manent y Abella-Gutiérrez, 2006; Fransozo *et al.*, 2009).

Finalmente, el estudio de esta especie permite el entendimiento general de la biología, ecología y reproducción de forma básica de la misma, siendo el inicio de la generación de nuevos estudios, como el conocimiento de su comportamiento, dinámica poblacional y genética poblacional que permitan mejorar el entendimiento de la relación coevolutiva de *Sandyella tricornuta* con su hospedero *Antipathes galapagensis*. Además de ser un registro para el futuro y evaluar si el cambio en el ambiente afecta no sólo la zona superficial sino también sus profundidades.

9. CONCLUSIONES

- Se amplió el rango de distribución, tomando como base doce islas del Golfo de California desde la parte Norte, pasando por la región centro y sur, además de los sitios geográficos conocidos anteriormente para la especie.
- La densidad en la región de La Paz (Punta Cuevitas) tuvo diferentes valores a lo largo de los meses, la *F de Fisher* demostró que no fue significativa la diferencia comportándose de forma similar en el paso del tiempo, por lo contrario, a lo largo del Golfo tuvo un comportamiento diferente, observando cambios radicales en los diferentes lugares muestreados.
- No se observó relación con volumen o peso del coral con la densidad

poblacional de *S. triconuta*.

- No se observó un patrón aparente que se observe que la temperatura intervenga en la densidad de los individuos.
- Las hembras fueron dominantes en número de forma temporal y espacial, presentando proporciones similares mayores al 60% en la región La Paz (Punta Cuevitas) a lo largo de los meses y mayor al 70% en las islas, en ambos análisis no se encontró relación con temperatura o densidad.
- Se resalta la presencia de hembras grávidas de forma temporal y espacial, en ambos análisis no se encontró relación de la gravidez con temperatura o densidad, en la región La Paz (Punta Cuevitas) se presentó con valores del 59 y 41% y en las islas presentaron valores mayores al 50%.
- La región La Paz (Punta Cuevitas) tuvo tallas de 2.85mm a 12.6mm (3.48mm-12.35mm en machos) con una distribución normal, tallas modales de 5 a 8mm, semejantes durante todo el año, teniendo tallas más pequeñas en invierno. En las islas se encontró tallas de 3 mm a 14 mm, con tallas modales similares de 6 a 8mm para ambos sexos, análogo a lo encontrado en la región La Paz (Punta Cuevitas) encontrando sólo diferencia de las tallas máximas con individuos de 14 mm.

10. LITERATURA CITADA

- Arana P., Nozigla L. y Yany G. 1976. Crecimiento, reproducción, factor de condición y estructura poblacional del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) (Crustacea, Decapoda, Caridea). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 2: 3-98.
- Baeza J. 2010. The symbiotic lifestyle and its evolutionary consequences: social monogamy and sex allocation in the hermaphroditic shrimp *Lysmata pederseni*. Naturwissenschaften, 97: 729-741.
- Bruce A. 1981. Pontonine shrimps of Heron islands. Atoll Research Bulletin. The Smithsonian Institution, EUA. 245: 36.
- Bruce A. 1986. *Chacella*, a new Palaemonid Shrimp Genus Proposed for *Dasyacaris kerstitchi* Wicksten, 1983 (Crustacea: Decapoda: Natantia). Journal of Crustacean Biology, 6 (3): 485-490.
- Bruce A. 1989. A further occurrence of the Palaemonid Shrimp *Chacella kerstitchi* (Wicksten) in Mexican Waters (Decapoda, Caridea). Crustaceana, 56 (2): 219 - 221.
- Bruce A. 2005. Pontonine shrimps from the 2003 NORFANZ Expedition, 10 May–16 June (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). Zootaxa, 981:1-20.
- Bruce A. 2006. *Periclimenaeus nielbrucei* sp. nov. (Crustacea: Decapoda: Pontoniinae), a new sponge associate from the Capricorn Islands, Queensland, with notes on related *Periclimenaeus* species. Zootaxa, 1224: 1-22.
- Bruce A. 2008. *Periclimenes aqabai* sp. nov, a further species of the aesopus species group (Caridea: Pontoniinae) from the Red Sea. Zootaxa, 1682: 27-32.
- Bruce A., Okuno J. y Li X. 2005. *Manipontonia* gen. nov., a new Pontonine shrimp genus for *Peroclimenes psamathe* (De Man) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). Zootaxa, 926:1-11.
- Correa C. y Thiel M. 2003. Population structure and operational sex ratio in the rock shrimp *Rhynchocinetes typus* (Decapoda: Caridea). Journal of Crustacean Biology, 23 (4): 849-861.
- Daniel W. 2008. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa Wiley. México. 755pp.
- De Grave S., Pentcheff D., Ahyong S., Chan T., Crandall K., Dworschak P., Felder D., Feldmann R., Fransen C., Goulding L., Lemaître R., Low E., Martin J., Ng P., Schweitzer C., Tan S., Tshudy D. y Wetzer R. 2009. A classification of Recent and fossil genera of decapod crustaceans. Raffles Bulletin of Zoology Supplement, 21:1-

109.

- Duffy J. 1992. Host use patterns and demography in a guild of tropical sponge-dwelling shrimps. *Marine Ecology Progress Series*, 90:127-138.
- Espinoza-Carreón T. y Valdez-Holguín J. 2007. Variabilidad interanual de clorofila en el Golfo de California. *Ecología Aplicada*. 6 (1,2):83-92.
- Fransozo V., Castilho A., Morais F., Furlan M., De Almeida A., Monteiro G. y Baeza J. 2009. Spatial and temporal distribution of shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) at a subtropical enclosed bay in South America. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89 (8):1581-1587.
- Fransozo V., Costa R. Bertini G. y Cobo V. 2005. Population biology of spine shrimp *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis) (Caridea, Hippolytidae) in a subtropical región, Sao Paula, Brazil. *Revista Brasileña de Zoología*, 22 (4):1078-1084.
- García-Raso J. y Fernández-Muñoz R. 1987. Estudio de una comunidad de Crustáceos Decápodos de fondos coralígenos del alga calcárea *Mesophyllum lichenoides* del sur de España. *Investigación Pesquera*, 51 (1): 301-322.
- Hendrickx M. 1990. A new species of Palaemonid Shrimp, *Chacella tricornuta* spec. Nov. (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the southeastern Gulf of California, Mexico. *Zoologische mededelingen*, 63 (24):325-334.
- Hendrickx M. 1993. Crustáceos Decápodos del Pacífico Mexicano. In *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México: 271-318.
- Hendrickx M. 1993b. Crustáceos Decápodos Bentónicos del Sur de Sinaloa, México. *Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 64(1): 1-16.
- Hendrickx M. 1995. Checklist of Lobster-like Decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea, Astacodea and Palinuridea) from the Eastern tropical pacific. *Anales Inst. Biol. Nac. Auton. México, Serie Zoología*, 66(2):151-163.
- Hendrickx M. y Brusca R. 2007. Distribución de invertebrados marinos endémicos en el Golfo de California, México. *Memoria. XII Congreso Latino-americano de Ciencias do Mar*. 4pp.
- Hendrickx M., Brusca R. y Ramírez G. 2002. Biodiversity of Macrocrustaceans in the Gulf of California, Mexico. *Contributions to the Study of Study of East Pacific. Crustaceans*, 1:349-367.
- Hendrickx M. y Wicksten M. 2003. An update checklist of benthic marine and brackish water

- shrimps (Decapoda: Penaeoidea: Stenopodidea: Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. Contributions to the study of east pacific crustaceans. Vol 2. Instituto de Ciencias del Mar y Tecnología, UNAM. México. 303pp.
- Hixon M., Pacala S. y Sadin S. 2002. Population regulation: historical context and contemporary challenges of open vs. closed systems. *Ecology*, 83 (6):1490-1508.
- Kim S. 2005. Population structure, growth, mortality, and size at sexual maturity of *Palaemon graveri* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 25 (2):226:232.
- Li X. 2006. *Chacella mclaughlinae* n. sp., a new Pontoniinae Shrimp from Clipperton Island (Crustacea: Caridea: Palaemonidae). *Zoosystema*. 28(2):359-366.
- Li X. y Poupin J. 2009. Report on some species of Palaemonidae (Decapoda: Caridea) from Clipperton Islands. *Journal of Crustacean Biology*. 29 (4):579-594.
- Love M., Yoklavich M., Black B. y Andrews A. 2007. Age of black coral (*Antipathes dendrochristos*) colonies, with notes on associated invertebrates species. *Bulletin of Marine Science*, 80 (2):391-400.
- Manent P. y Abelle-Gutiérrez J. 2006. Population biology of *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 (Decapoda, Caridea) in Fornells Bay, Balearic Islands, Western Mediterranean. *Crustaceana*, 79 (11):1297-1308.
- Manjón-Cabeza M., Cobos V., García-Muñoz E. y García-Raso J. 2009. Structure and absolute growth of a population of *Hippolyte inermis* Leach 1815 (Decapoda: Caridea) from *Zostera marina* (L.) meadows (Malaga, southern Spain). *Scietia Marina*, 73 (2):377-386.
- Marin I. 2008. Taxonomic position of *Pontonides sympathes* de Ridder y Holthuis and species of the genus *Veleronia* Holthuis (Decapoda, Palaemonidae, Pontoniinae) with the description of a new genus. *Zootaxa*. 1932:1-17.
- Marin I. 2009. *Sandyella* gen. nov. A new shrimp genus for the eastern Pacific species *Chacella tricornuta* Hendrickx, 1990 and *Chacella mclaughlinae* Li, 2006 (Caridea, Palaemonidae, Pontoniinae). *Crustaceana*, 82 (7): 913-918.
- Marin I. 2010. A revision on the generic status of three species of the genus *Chacella* Bruce, 1986 described by Li and Poupin (2009) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Zootaxa*. 2452:67-68.
- Martin J. y Davis G. 2001. An updated classification of the recent crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series 39. EUA, 124pp.
- Naranjo K., Sanvicente-Añorve L., Villalobos J.L. y Fernández-Álamo M. 2006. Distribución y

- abundancia de larvas de crustáceos decápodos en la zona de las grandes islas del Golfo de California. *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico Este*. 4(1):61-75.
- Okuno T. 2008. *Izucaris masudai*, new genus, new species (Decapoda: Caridea: Palaemonidae), a sea anemone associate from Japan. *Journal of Crustacean Biology*, 19 (2):397-407.
- Oyarzún S., Leon R., Uribe J. y Vera-Escudero M. 2010. Aspectos reproductivos de *Autropandalus grayi* (Cunningham, 1871) (Decapoda: Caridea) en los canales de la Región de Aysén. *Ciencia y Tecnología del Mar*. 33 (1):77-99.
- Padilla C. 2001. El coral negro, un recurso en la profundidad. *CONABIO. Biodiversitas*. 39:7-10.
- Pallas A., García-Calvo B., Corgos A., Bernardez C. y Freire J. 2006. Distribution and habitat use patterns of benthic decapod crustaceans in shallow waters a comparative approach. *Marine Ecology Progress Series*. 324:173-184.
- Poore G. 2004. *Marine decapod crustacea of southern Australia. A guide to identification*. CSIRO Publishing. Australia. 504pp.
- Ramirez-Llodra E, Company J., Cemps M. y Rotlant G. 2007. Spatio-temporal variations in reproductive patterns and population structure of *Pasiphaea multidentata* (Decapoda: Caridea) in the Blanes canyon and adjacent margin, North-western Mediterranean Sea. *Marine Ecology* 28:470-479.
- Sánchez C. 2010. La Red de Vida en el Arrecife. 135-145. *In: Bitácora del mar profundo: Una expedición al Golfo de California*. Aburto, M. O., Caso, M., Erisman, B. y Ezcurra, E (Eds). Mexico. 200pp.
- SEMARNAT. 2000. Programa de Manejo Complejo Insular del Espíritu Santo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 163pp.
- SEMARNAT. 2011. Bitácora del Golfo de California. Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorios. México. Descargado 10/12/2011:<http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/Bit%C3%A1coraGolfodeCalifornia.aspx>
- Sokal R. y F. Rhlf. 1999. *Introducción a la Bioestadística*. Serie de Biología Fundamental. Editorial Reverte. 380pp.
- Spotte S. 1996. New records of association for the anemone shrimp *Priclimenes pedersoni* Chace, 1958 (Decapoda: Caridea): the bivalve mollusk *Lima scabra* and the black coral *Antipathes pennacea*. *Crustaceana* 69 (4):545-547.
- Vafis D., Leontarakis P., Daiianis T. y Kallianiotis A. 2011. Population characteristics of four

- deep-water pandalid shrimps (Decapoda: Caridea) in the northern Aegean Sea (NE Mediterranean). *Journal of Natural History*, 42:31-32.
- Villalobos-Hiriart J., Nates-Rodríguez J., Díaz-Barriga A., Flores-Herández P., Lira-Fernández E. y Schmidtsdorf-Valencia P. 1989. Listados faunísticos de México. I. Crustáceos Estomatópodos y Decápodos intermareales de las Islas del Golfo de California, México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, 117pp.
- Wicksten, M. 1983. A Monograph on the Shallow Water Caridean Shrimp of the Gulf of California, Mexico. *Allan Hancock Monographs in Marine Biology. Allan Hancock Foundation*. 13: 1-59p.
- Wicksten M. y Hernández L. 2000. Range Extensions, Taxonomic Notes and Zoogeography of Symbiotic Caridean Shrimp of the Tropical Eastern Pacific (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, 99(2):91-100.
- Wicksten M. y Hendrickx M. 1992. Checklist of Penaeoid and Caridean Shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*, 9:1-11.
- Wicksten M. y Hendrickx M. 2003. An updated checklist of benthic marine and brackish water shrimps (Decapoda: Penaeoidea: Stenopodidea: Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans*, 2:49-76.
- Wills M. 2008. Crecimiento, mortalidad y biomasa de coral negro de interés comercial en el archipiélago de la bahía de La Paz. Tesis de Maestría. CIBNOR, México. 112 pp.
- Wirtz P. y d'Udekem- d'Acoz C. 2001. Decapoda from Antipatharia, Gorgonaria and Bivalvia at the Cape Verde Islands. *Helgol Mar Res*. 55:112-115.
- WWF. 2006. Estableciendo prioridades de conservación en Islas del Golfo de California: Un ejercicio con criterios múltiples. Reporte por J.A. Rodríguez Valencia, D. Crespo Camacho y M.A. Cisneros-Mata. 31pp.
- Zar J. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4ta. Ed. Prentice Hall. USA. 960pp.

10.1 Recursos de internet

- Integrated Taxonomic Information System on-line database. (ITIS). Consultado septiembre-diciembre 2011: <http://www.itis.gov>
- Maddison, D.R. y K.S. Schulz (eds.) 2007. Tree of Life Project Web. Consultado septiembre-diciembre 2011: <http://tolweb.org/tree/>
- Gobierno de Baja California Sur, información islas. Consultado: 19 septiembre de 2012,

<http://www.bcs.gob.mx/swf/islas.swf>

Organización de vida silvestre A.C. Consultado: 19 septiembre de 2012

<http://www.ovis.org.mx/ldaicb.htm>

Secretaría de Educación Pública. SEP. Portal Educativo de Baja California Sur: Consultado

19 septiembre de 2012. <http://www.sepbcs.gob.mx/sepanmas/proyectos/Insular4.htm>

10.2 Software utilizado

- Statistica. 2012. Versión 10. Statsoft. U.S.A.
- Google Earth. 2010. Versión 5.2.1.1588. Consulta 2011- 2013. Kh.google.com. U.S.A.
- Microsoft Office Excel. 2010. Versión Profesional. U.S.A.
- Axion visión Le, Versión 4.8. Carl Zeiss Vision. Carl Zeiss Internacional. U.S.A.

11. ANEXOS

11.1 Mapa Reservas Naturales de México

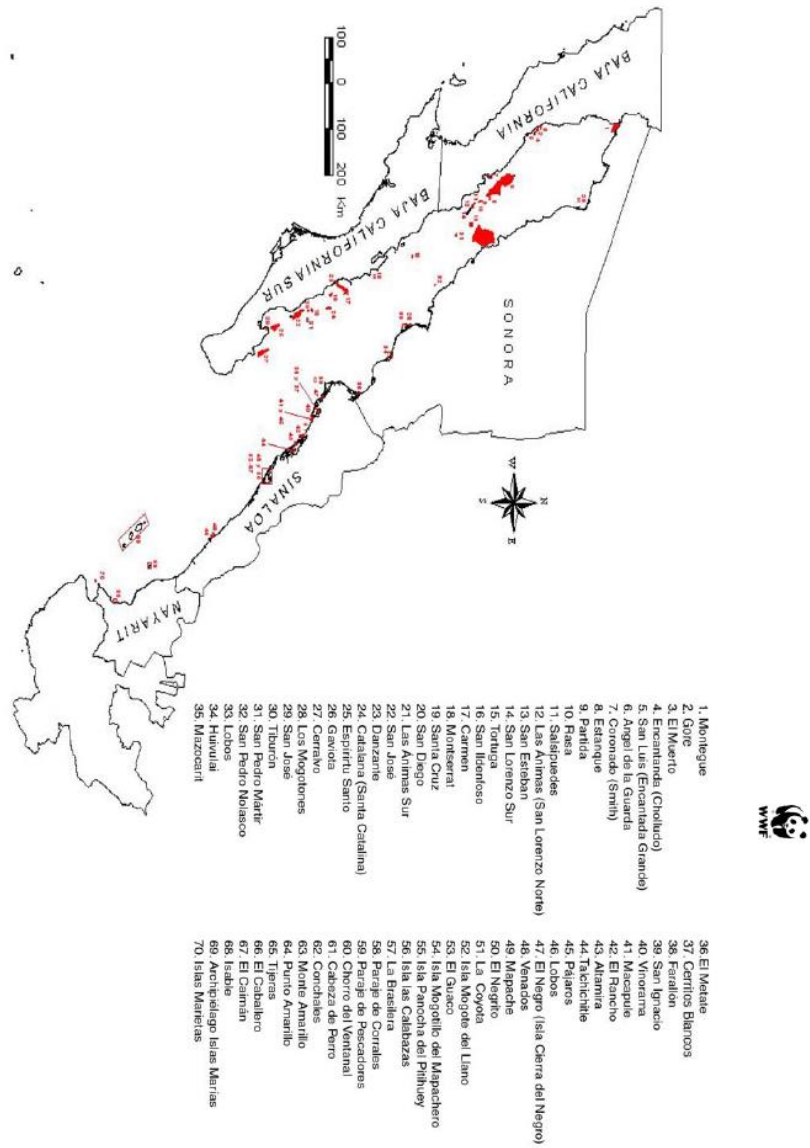
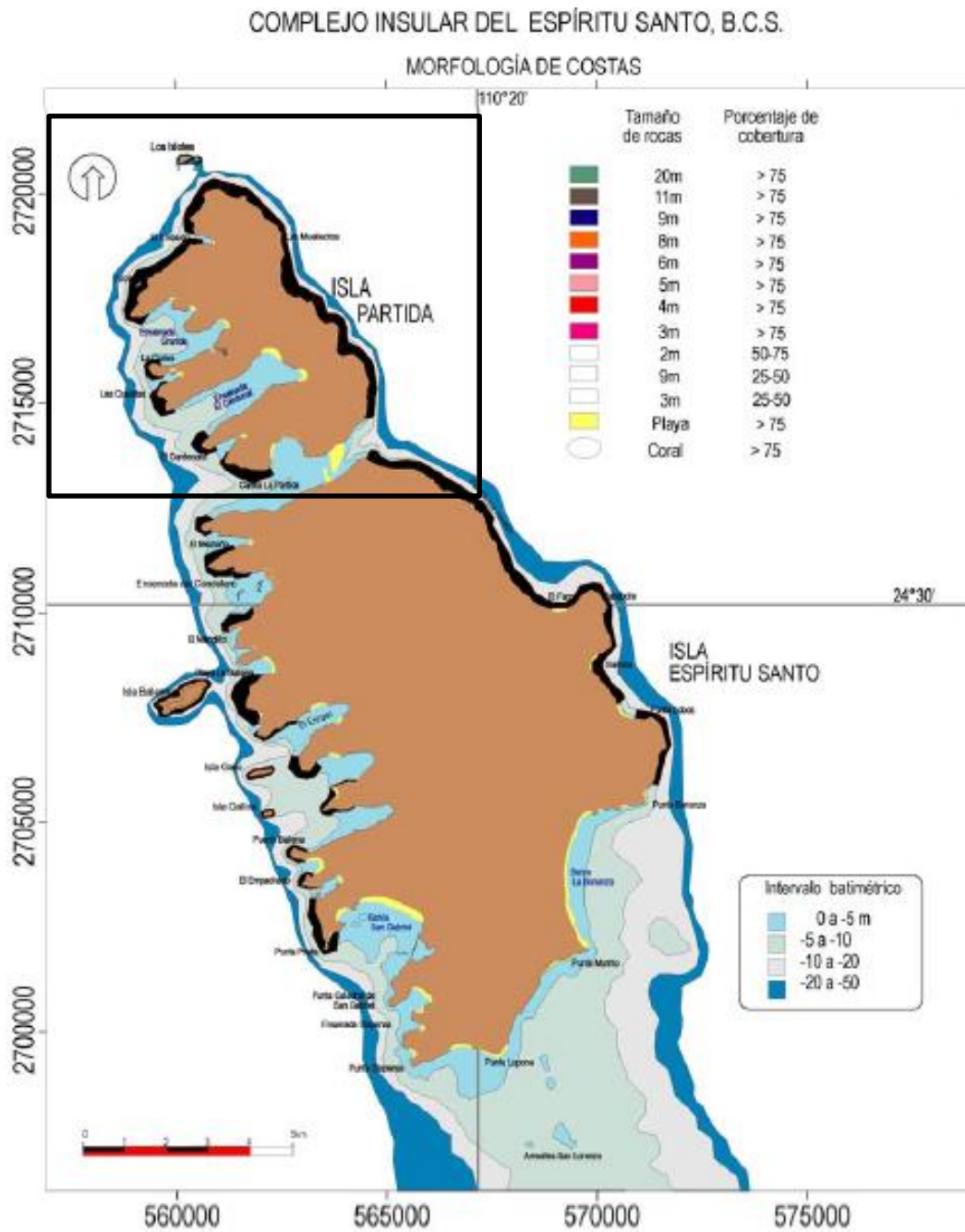


Fig. 1. Islas prioritarias señaladas por los responsables del manejo de áreas insulares protegidas.

11.2 Mapa de morfología de costas de la región de La Paz, Las Cuevitas, Isla Partida



11.3 Fotografías de toma de muestras



11.4 Fotografías de toma de datos merísticos.

