



**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
DEL NOROESTE, S.C.**

---

Programa de Estudios de Posgrado

**BASES PARA EL MANEJO Y ORDENAMIENTO DEL  
RECURSO CAMARON EN EL ALTO GOLFO DE  
CALIFORNIA**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de

**Doctor en Ciencias**

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales  
(Orientación en Pesquerías)

p r e s e n t a

**Alma Rosa García Juárez**

**La Paz, B.C.S. Octubre 2009.**

## ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 12 horas del día 22 del Mes de octubre del 2009, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

### "BASES PARA EL MANEJO Y ORDENAMIENTO DEL RECURSO CAMARON EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA"

Presentada por el alumno:

Alma Rosa García Juárez

Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN PESQUERÍAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

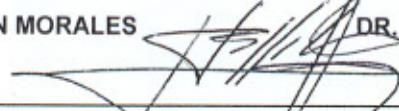
#### LA COMISION REVISORA

  
\_\_\_\_\_  
DR. DANIEL B. LLUCH COTA  
CO-DIRECTOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
DR. ENRIQUE MORALES BOJÓRQUEZ  
CO-DIRECTOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
DR. LUIS FELIPE BELTRÁN MORALES  
CO-TUTOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. CESAR A. SALINAS ZAVALA  
CO-TUTOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. DANIEL LLUCH BELDA  
CO-TUTOR

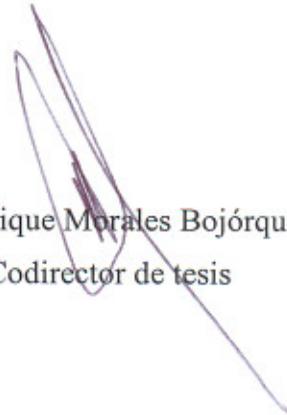
  
\_\_\_\_\_  
DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA,  
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**RESUMEN** de la tesis de **ALMA ROSA GARCÍA JUÁREZ** presentada como requisito para la obtención del grado de **Doctor en Ciencias en uso, manejo y preservación de los recursos naturales con orientación en Pesquerías**

Resumen aprobado por:



Dr. Daniel B. Lluch Cota  
Codirector de tesis



Dr. Enrique Morales Bojórquez  
Codirector de tesis

### **BASES PARA EL MANEJO Y ORDENAMIENTO DEL RECURSO CAMARON EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA.**

El camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874), es la especie más abundante capturada en la pesca del Alto Golfo de California. Este estudio hace énfasis en aspectos de biológica y ecología de la población de camarón azul en el Golfo de California y en sustentar una propuesta alterna de manejo para la pesquería en el frente costero de la costa de Baja California y norte de Sonora. El objetivo general planteado fue determinar bases para la administración de la pesquería de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Alto Golfo de California. Se realizó un análisis de la pesquería de camarón en tres comunidades del Alto Golfo de California: San Felipe en el estado de Baja California, y el Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en el estado de Sonora. En estas comunidades se presentan los volúmenes de captura y esfuerzo desde 1987 hasta 2007. Al analizar la captura por viaje se marco un patrón estacional, marcando mayor abundancia en octubre y noviembre. La población de camarón se muestreo cada mes, durante la temporada de pesca y durante la veda, en el mes de julio y agosto, en luna llena  $\pm 2$  días, a bordo de barcos y embarcaciones menores, con redes de arrastre, en estaciones predeterminadas y geo referenciadas en la plataforma costera de la zona 10. A los organismos se les midió la longitud total, desde la punta del rostro hasta la punta del telson. El grado de madurez gonádica de las hembras. Los machos se consideraron maduros una vez que se había formado el petasma. Las variables obtenidas son captura por unidad de esfuerzo, longitud, peso, sexo y madurez por estación.

Los resultados muestran que la dinámica de las población de camarón azul difiere del patrón encontrado en zonas con clima más semitropical del Pacífico mexicano. Desde la desembocadura del Río Colorado (zona 10), hasta las costas de Nayarit (zona 60), se realizaron muestreos simultáneos en cinco zonas del Golfo de California durante el mes de agosto de 2007 en la población de camarón azul se observó reclutamiento en la zona más norteña (zona 10), en otras zonas del golfo los reclutas no fueron identificados en los muestreos. También se encontraron reclutas pero con valores menores en el sur, los lances se realizaron entre 9 y 30 m de profundidad, para cada lance se estimó la abundancia relativa (kg/h) de camarón azul, y se calculó por zona de

estudio, según el gradiente latitudinal en el Golfo de California. Los mejores registros de abundancia relativa (kg/h) para agosto de 2007 fueron al sur de Bahía Kino, Sonora, correspondiente a la zona 20. La abundancia relativa y el reclutamiento cambiaron con la latitud, y se pueden inducir diferencias latitudinales en la demografía de la población de camarón.

Posteriormente mediante el modelo dinámico de biomasa, que usó la temporada de pesca como factor, denominado periodo y como índice de abundancia, la captura por unidad de esfuerzo. La CPUE de *L. stylirostris* declina en 1990-1991 tendiendo a la recuperación en 1995-1996. Los parámetros del modelo dinámico de biomasa fueron  $K = 21,323 \text{ t} (\pm 700 \text{ t}, P < 0.05)$  y  $r = 1.18 (\pm 0.1, P < 0.05)$ . La capturabilidad estimada fue de 0.00032 y una desviación estándar de 0.25. Se proyectó la biomasa con tres escenarios de cuota de captura: a) 2,200 t, b) 2400 t y c) 2470 t dentro de la zona de amortiguamiento de la zona estudio. Siendo de utilidad para la administración del recurso el establecimiento de un límite de captura de la biomasa disponible de cada año, de acuerdo a los escenarios analizados, el 1 y 2 deberían adoptar al menos por un periodo y evaluar su efectividad al término del mismo. Se hace una propuesta de manejo compartido por cuota de captura para camarón azul, en el área natural protegidas del Alto Golfo de California y se dan propuesta desde el punto de vista de la conservación del recurso.

## Abstract

### MANAGEMENT PROPOSAL FOR THE SHRIMP RESOURCE IN THE UPPER GULF OF CALIFORNIA.

The blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) is the most abundant species caught in the upper Gulf of California. I have analyzed the most important features about the biological aspects and population ecology of blue shrimp in the Gulf of California. Recommendations for fishery management were proposed for the upper Gulf of California off Baja California and Sonora. In the study area three communities were analyzed; San Felipe in Baja California, and the Gulf of Santa Clara and Puerto Peñasco, Sonora. The data available were catch and effort from 1987 to 2007. The catch-per-unit effort showed that the highest yields were during October and November. The shrimp fishery was sampled every month, including both the open season and the July and August closed-fishing season. The samples were obtained on board the commercial fleet and from small boats with outboard motors used by the artisanal fishermen. The catch, trawl time, and geographical positions were collected. The shrimp were measured for total length, from the rostrum to the tail. The mature stages in both males and females were used to estimate the size at the first reproduction. This information was also useful to determine sex and maturity season. The results showed that the dynamics of the blue shrimp population is different in the Gulf of California. From El Rio Colorado (Area 10) to Nayarit (area 60) samples were collected simultaneously in five areas of Gulf of California during August 2007. Recruitment was observed in the north of the study area, in the south recruitment was small. The variability in recruitment was observed from 9- to 30-m depth. The relative abundance (kg / h) of blue shrimp had a latitudinal gradient in the Gulf of California. During August, the highest relative abundance (kg / h) was estimated in the south from the Bahia Kino, Sonora (zone 20). The relative abundance and recruitment changed with latitude. I assumed that these latitudinal differences might be associated with the difference in population demographics of the shrimp along the Gulf of California. A biomass dynamic model was used to estimate the maximum yield of the blue shrimp in the upper Gulf of California. The index of relative abundance was the catch-per-unit effort (CPUE). The CPUE of *L. stylirostris* fell in 1990-1991 with a recovery measured during 1995-1996. The parameters in the model were estimated as  $K = 21.3 \text{ t} \pm 700 \text{ t}$  ( $P < 0.05$ ) and  $r = 1.18 \pm 0.1$  ( $P < 0.05$ ). The catchability was estimated with a value of 0.00032. Three scenarios of a quota as a management option in the upper Gulf of California were studied; a) 2,200 t, b) 2,400 t, and c) 2,470 t. The best scenarios for fishery management of the blue shrimp were a and b, with the management options to be implemented in the medium term and the success of the management then analyzed. The quota is an excellent option for the blue shrimp fishery in the natural protected area of the upper Gulf of California. I believe that this recommendation is useful for the conservation of the resource.

## **Comité Tutorial y Revisor de Tesis**

Dr. Daniel B. LLuch Cota (CO-DIRECTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Dr. Enrique Morales Bojórquez (CO- DIRECTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Dr. Luis Felipe Beltrán (CO-TUTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Dr. Cesar A. Salinas Zavala (CO-TUTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Dr. Daniel LLuch Belda (CO-TUTOR DE TESIS)

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

## **Jurado de examen de grado**

Dr. Daniel B. Lluch Cota.

CIBNOR.

Dr. Enrique Morales Bojórquez.

CIBNOR.

Dr. Cesar A. Salinas Zavala

CIBNOR.

Dr. Daniel LLuch Belda.

CICIMAR.

Dr. Germán Ponce Díaz.

CICIMAR.

Dr. Julio H. Córdova Murueta (Suplente)

CIBNOR.

## AGRADECIMIENTOS:

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR S. C.) por la oportunidad de continuar mi formación dentro de la ciencia. A la Unidad Sonora, campus Guaymas, por brindarme siempre un espacio, apoyo y por la amistad de su personal que ahí labora, gracias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca registro: 190129, para poder realizar los estudios de Doctorado. Este trabajo fue parcialmente financiado por proyecto CONACyT 85081, administrado por CIBNOR con clave 051-C. Análisis de la variabilidad de la talla de reproducción de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), café (*Farfantepenaeus californiensis*) y blanco (*Litopenaeus vannamei*) de las costas de Sinaloa y Nayarit, México.

Al Instituto Nacional de Pesca por los 28 años de oportunidades y retos al desarrollo profesional, que me motivan a la superación y sentirme orgullosa de ser miembro de esta segunda casa. Al Programa Nacional de camarón y todos sus integrantes gracias a ellos se obtuvieron los datos para el desarrollo del presente trabajo.

A los pescadores de Baja California, Sonora y Sinaloa con quien he tenido la fortuna de colaborar y aprender de ellos, por haberme mostrado que se aprende sirviendo.

Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega, primero compañero—un buen colega, desde hace dos décadas tuve la suerte de encontrarte, compartimos quehaceres y diferencias. Agradezco el haberme contagiado el disfrutar el estudio de los camarones, y más aun tu tiempo.

Dr. Daniel B. Lluch Cota, por la oportunidad de ser tu alumna, por enseñarme a ver la pesca desde el punto de vista académico, por todas las recomendaciones desde mi llegada, gracias Daniel por tus atenciones y amistad.

Dr. Enrique Morales Bojórquez, notable investigador pesquero mexicano. Tuve el gusto de trabajar con él y en la etapa más crítica de mi desarrollo profesional, me brindó su ayuda. Agradezco profundamente tu apoyo y asesoría y tus incontables atenciones gracias por tu amistad sobre todo.

Dr. Luis Felipe Beltrán, Dr. Daniel Lluch Belda, Dr. Cesar Salinas Z., quienes enriquecieron de manera indudable con sus comentarios y críticas este trabajo. También por la confianza depositada en mí.

Dr. Julio Humberto Córdova M. y familia, mil gracias por compartir su hogar, sus atenciones, está linda amistad de tantos años, con ustedes me siento en casa.

A Gina Gluyas y Martín Salgado amigos y colegas radicados en este puerto de ilusión desde mi llegada, siempre hospitalarios. Gracias por todas sus atenciones.

A los compañeros de estudios Fernando Márquez, Javier de la Cruz, Cony, Edgar Lanz, Wenceslao, Gerardo, Carmen Valdez, Alfredo, Oscar, Paty Mora, Gloria Ayala, José, Alejandro Ramos, Liliana Carvallo, por compartir su alegría y su tiempo en nuestros viajes de estudio, por esos buenos momentos en la semana de posgrado y en la travesía por el Golfo de California.

***¡DEDICATORIA!***

- A este brazo poderoso de México, mi Baja California, mi tierra natal, desde pequeña gocé y aprecie su belleza, aquí reposan los restos de mis ascendientes colonizadores de estas tierras, tuvieron ilusión inquebrantable, por su desarrollo por siempre.

### ***RAFAEL Y EMILIA †***

Por su legado in memoriam.

“Se fueron pero me dejaron la vida, me enseñaron el amor, el esfuerzo y la honradez y me apoyaron a encontrar mi camino en esta vida”.

“Con la esperanza de seguir sus huellas”.

### ***AYAX, ALBERTO Y AÍMME***

Mis hijos,

Ustedes son la fuerza que mueve mi vida todos los días, son mi motivo de lucha constante en esta vida. Recuerden que una infancia ordenada y con amor es el piso por que se camina hasta la vejez.

AYAX, gracias por ser el hombre que ahora eres, desde pequeño percibiste mi necesidad de estar lejos de ustedes, y lo compartiste con tus hermanos.

ALBERTO, tu inquieta manera de aprender desde pequeño son motivo de superación, mi ilusión es verte como hombre humilde, digno y disciplinado.

AIMME, gracias por ser una linda mujercita, ten presente que un hogar y una familia son y serán el puerto más seguro.

### ***HERMANOS***

Ma. Elena, Gloria, Rafael, Carlos y Laura (Lily); Siempre he recibido su cariño y apoyo, aun cuando lejos, siempre estoy con ustedes. Están siempre en mi mente.

***A MIS SOBRINOS***

Siempre respetuosos y aliados con las ideas de su tía.

***A MIS AMIGOS***

A todos los que la vida me dio, por siempre, recuerden: La vida te da sorpresas y sorpresas te da la vida, en las buenas y las malas. “Espero , no me olviden”

## Contenido

Página

Acta de revisión de tesis	
Comité Tutorial	
Resumen de tesis en español	
Resumen de la tesis en inglés	
Dedicatoria	
Agradecimientos	
Contenido	
Lista de Figuras	
Lista de Tablas	

### Introducción

1.1.	Biología de los camarones peneidos.....	4
1.2	Historia de la pesca de camarón.....	11
1.3.	Manejo de la pesquería de camarón.....	16
1.4	Normatividad.....	20
1.5	Sistema de captura y artes de pesca de camarón.....	25
1.6	Justificación.....	37
1.7.	Hipótesis.....	38
1.8.	Objetivos.....	39
2.	<b>Material y Métodos</b> .....	40
2.1.	Zona de estudio.....	40
2.2	Análisis de Información: biológica y base de datos.....	41
2.2.1	Datos biológicos pesqueros.....	41
2.2.2	Muestreo biológico.....	45
2.2.3	Distribución espacial.....	47
2.2.4	Estimación de abundancia relativa.....	51
2.2.5	Análisis de progresión modal.....	53
2.2.6	Crecimiento.....	55
2.2.7	Reclutamiento.....	56
2.2.8	Modelos de producción.....	56
2.2.9.	Migración.....	61
2.2.10	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón.....	62

3.	<b>Resultados</b> .....	65
3.1.	Captura de camarón en el AGC.....	65
3.2	Distribución Espacial.....	67
3.3.	Distribución y abundancia.....	71
3.4.	Estructura de tallas de camarón.....	74
3.5.	Crecimiento.....	81
3.6.	Reclutamiento.....	82
3.7	Modelo dinámico de biomasa.....	84
3.8	Estimación de biomasa.....	87
3.9	Migración.....	93
3.10	Madurez.....	94
3.11.	Tallas proyectadas.....	96
3.12	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón.....	98
4.	<b>Discusión</b> .....	100
4.1.	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón.....	123
5	<b>Conclusiones</b> .....	126
6.	<b>Literatura Citada</b> .....	127

ANEXO I. Artículo publicados y sometido

1. García-Juárez *et al.* 2009. Ciencias Marinas. 25 (1): 123-127
2. García-Juárez *et al.* Crustaceana. 2009. Sometido.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Morfología de los camarones peneidos.....	5
2	Anatomía de los camarones peneidos.....	7
3	Ciclo de vida de los camarones peneidos.....	9
4	Capturas de totoaba y camarón históricas con respecto al flujo de agua proveniente del río Colorado.....	12
5	Forma del enmallado del camarón.....	25
6	Vista de la embarcación menor.....	26
7	Vista del cobrado del equipo.....	27
8	Vista de la operación de la suripera.....	29
9	Componentes de la suripera.....	30
10	Vista de la operación de la sistema de doble aparejo.....	32
11	Vista de la unión del portón con el ala de la red.....	33
12	Potencia de motores.....	35
13	Tamaño de eslora de la flota mayor.....	36
14	Zona de muestreos biológicos de camarón en el AGC (zona 10).....	41
15	Delimitación de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.....	42
16	Ubicación del área de refugio de la vaquita marina en el Alto Golfo de California.....	43
17	Zona de muestreos de camarón en ribera con embarcaciones menores.....	50
18	Promedio de la producción de camarón café y camarón azul, temporadas de pesca 1987-88 a la 2006-07 del alto Golfo de California.....	65
19	Estacionalidad de la captura de camarón en el Alto Golfo de California.....	66
20	Distribución espacial y estructura de tallas observada y estimada de camarón azul en el Golfo de California.....	70
21	Índice de abundancia relativa de camarón azul en diferentes zonas del Golfo de California.....	72
22	Distribución espacial de camarón azul en aguas marinas, durante el mes de julio de 2009.....	73
23	Distribución espacial de camarón azul en aguas marinas, durante el mes de agosto de 2009.....	74
24	Estructura de tallas por mes del camarón azul del alto Golfo de California.	75
25		

	Longitud de tallas en muestreo en altamar (barco) y zona ribereña (panga), durante la temporada de pesca.....	77
26	Estructuras de tallas de camarón azul capturados en la ribera del Alto Golfo de California.....	78
27	Estructura de tallas (longitud total en mm) del camarón azul, en los meses de julio y agosto 2007 en la ribera (Zona 10).....	79
28	Estructura de tallas (longitud total en mm) del camarón azul, en los meses de julio y agosto en la altamar, (Zona 10).....	80
29	Curva de crecimiento del camarón azul ( <i>L. stylirostris</i> ) en el Alto Golfo de California.....	82
30	Estimación de talla de reclutamiento de camarón azul.....	83
31	Captura de camarón azul ( <i>Litopenaeus stylirostris</i> ) o en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.....	84
32	CPUE de camarón azul ( <i>Litopenaeus stylirostris</i> ) o en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.....	86
33	Ajuste del modelo dinámico de biomasa de Schaeffer para los datos de captura por unidad de esfuerzo de camarón azul.....	87
34	Modelo dinámico de Biomasa de Schaeffer para camarón azul <i>Litopenaeus stylirostris</i> .....	88
35	Estimación de la capacidad de carga del sistema.....	89
36	Estimación de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional.....	90
37	Estimación de la proyección de biomasa de camarón azul ( <i>Litopenaeus stylirostris</i> ) con tres escenarios de cuota de captura en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California.....	92
38	Talla de migración del camarón azul en el Alto Golfo de California.....	94
39	Madurez del Camarón azul <i>Litopenaeus stylirostris</i> en el AGC.....	95
40	Estructura de tallas de camarón azul proyectadas en ribera.....	96
41	Distribución para obtener la talla proyectadas de camarón azul, en el AGC.	97

## LISTA DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
I	Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras del género <i>Litopenaeus</i> .....	46
II	Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.....	81
III	Relación de datos de captura y captura por unidad de esfuerzo de la flota, para camarón azul ( <i>Litopenaeus stylirostris</i> ) capturado en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.....	91

## INTRODUCCIÓN

La producción de camarón por pesca y acuicultura en el mundo es alrededor de 6 millones 400 mil toneladas de camarón entero y representa divisas superiores a los 20 mil millones de dólares anuales (FAO, 2007). En México, el camarón es uno de los recursos pesqueros más importantes. En el 2007 se desembarcaron 36,480 toneladas de camarón de altamar, más 26,780 toneladas de camarón por embarcaciones menores. La producción de camarón silvestre presentó una tasa media de crecimiento anual del 0.71% de 1998 al 2007, por su nivel de producción destacaron Sinaloa con 11,263 toneladas (peso vivo) y Sonora con 8,972 toneladas, (SAGARPA, CONAPESCA 2008). La pesquería de camarón en el Pacífico mexicano se sostiene principalmente en cuatro especies de camarones peneidos, denominados comúnmente: café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900), azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874), blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y rojo o cristal *Farfantepenaeus brevisrostris* (Kingsley, 1878).

La especie más abundante es el camarón café y se distribuye en todo el Pacífico mexicano; le siguen en abundancia el camarón azul, concentrado en la costa este de la península de Baja California, Sonora y Sinaloa hasta el Río Piaxtla; del sur del Río Piaxtla hasta el Golfo de Tehuantepec lo sustituye en abundancia el camarón blanco; mientras que el camarón rojo aparece en menor proporción en todas las zonas al sur del Río Piaxtla en Sinaloa.

Se han realizado diversos estudios en aspectos relacionados al ciclo de vida de los camarones peneidos del Pacífico mexicano, que incluyen reproducción, migración, reclutamiento y crecimiento. Entre los trabajos más destacados se encuentran estudios sobre la biología de camarones en la laguna de Huizache-Caimanero, así como en esteros y lagunas del sur de Sinaloa (Chapa-Saldaña, 1966; Soto, 1969; Lluch-Belda *et al.*, 1972; Soto y Bush, 1975); análisis poblacionales de camarón blanco en lagunas del sur de Sinaloa (Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Edwards, 1978); y de migración de postlarvas en el sur de Sinaloa (López, 1967; Cabrera, 1970; Macias-Regalado, 1973; Ortega y Nuñez, 1974). En los trabajos de ecología y hábitos de los camarones realizados por Loesch (1980), Grijalva-Chon y Barraza-Guardado (1992) Romero-Sedano *et al.* (2004) y Valenzuela-Quiñones (2007) obtuvieron resultados que evidenciaron la preferencia de camarones adultos y maduros al interior de las lagunas de Sonora.

Del Valle-Lucero y Martín. (1995), describieron la ecología de los peneidos para las especies que requieren de los sistemas estuarinos para crecer. Aunque esta es aplicable para los sistemas estuarinos con conexión efímera al mar y circulación positiva (Kjerfve, 1986; Bernard y Froneman, 2005). El ciclo de vida, no debe ser generalizado para la diversidad de ambientes costeros. En lagunas de zonas áridas, con comunicación permanente al mar y características anti-estuarinas, los camarones peneidos presentan un ciclo de vida que difiere en algunos aspectos ecológicos del que generalmente es aceptado para las otras condiciones (Romero-Sedano *et al.*, 2004). Estos sistemas son los más comunes en la región noroeste del Golfo de California (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2004).

Las lagunas costeras ubicadas en la costa este del Golfo de California, principalmente entre los 26°–28° N, comparten características geomorfológicas y de intercambio de agua con el océano, así como influencia de un clima árido y de la provincia oceanográfica golfo inferior propuesta por Roden y Emilsson (1980), quienes caracterizaron por amplitudes de marea menores a un metro, temperaturas superficiales de 17 °C en invierno y 26 °C en verano, salinidades relativamente altas, con variaciones mínimas (35 – 36 ups), y corrientes superficiales con dirección predominante hacia el sureste en invierno, y hacia el noroeste en verano (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003). En las lagunas del Golfo de California se han capturado postlarvas de camarón en el Estero del Soldado, y la laguna de La Cruz, Sonora (Loesch, 1980; Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992). En el mismo periodo fueron encontrados juveniles de camarón café y camarón azul en la laguna de La Cruz, Sonora (Loesch, 1980; Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992). Romero-Sedano *et al.* (2004) encontró que el camarón café puede madurar al interior de las laguna costera de Agiabampo, en los límites de Sinaloa y Sonora.

Los ecosistemas manejados adecuadamente soportan la explotación de sus recursos naturales, permitiendo un desarrollo armónico de las poblaciones humanas que de ellos se benefician. Este depende de los usos y costumbres de los pobladores, la seguridad en la tenencia de la tierra y en el cumplimiento o no de las leyes, normas y reglamentos, el cual asegura la conservación y propiedades del paisaje, la variación de las especies explotables comercialmente y las consideradas en situación crítica (León, 2004).

## 1.1. BIOLOGÍA DE LOS CAMARONES PENEIDOS

La mayoría de las especies de camarones con valor comercial se encuentran incluidas en la familia Penaeidae, y se les conoce comúnmente como camarones peneidos, son organismos dioicos con diferenciación sexual externa, las hembras son mayores en longitud que los machos, son semejantes en forma y en color, son de vida corta, la máxima edad se calcula entre 24 y 30 meses (Galicia, 1976).

Los camarones peneidos pertenecen al filo más numeroso en el reino animal, el Artrópodo (figura 1). El grupo es caracterizado por la presencia de apéndices pareados y una cutícula o exoesqueleto que cubre el cuerpo de todo el animal. El subfilo de los crustáceos está formado de 42,000 especies, predominantemente acuáticas, que pertenecen a 10 Clases; dentro de la clase malacostraca, los camarones, junto con cangrejos, langostas y jaibas pertenecen al orden de los decápodos.

### Taxonomía de los camarones peneidos (ITIS Report )

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea Brünnich, 1772

Clase: Malacostraca Latreille, 1802

Orden: Decapoda Latreille, 1802

Superfamilia: Penaeoidea Rafinesque, 1815

Familia Penaeidae Rafinesque, 1815

Género: *Litopenaeus* Pérez Farfante, 1969

Especie: *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874)

Especie: *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Género: *Farfantepenaeus* Burukovsky, 1997

Especie: *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900)

Especie: *Farfantepenaeus brevirostris* (Kingsley, 1878)

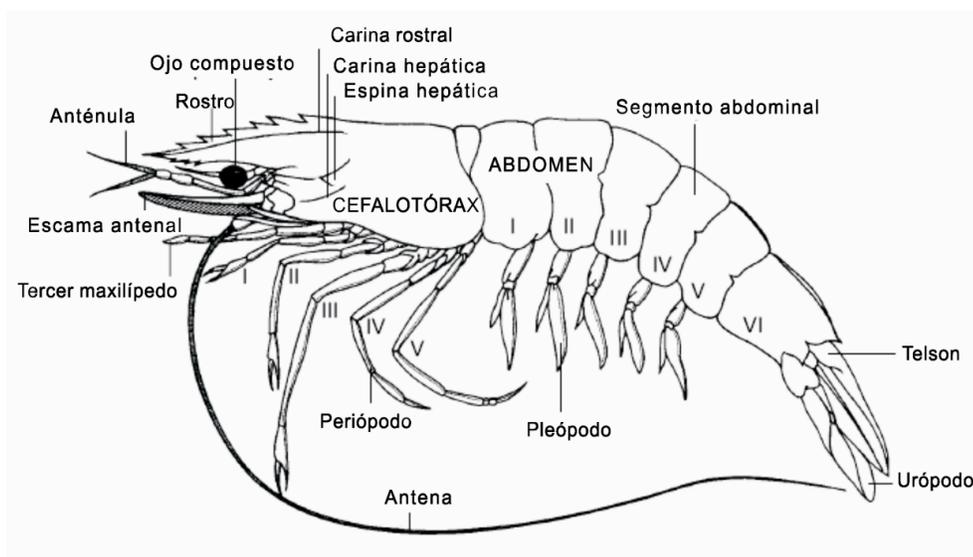


Figura 1. Morfología de los camarones peneidos (Dall *et al.*, 1990).

La forma exterior de los camarones peneidos es aplanada lateralmente, segmentada y con apéndices pareados (Dall *et al.*, 1990). El cuerpo se divide en tres regiones: cefalotórax, abdomen y telson. En el cefalotórax, poseen rostro compuesto con dientes en un arreglo característico para cada especie y un abdomen segmentado (Fig. 1).

Los órganos como son las branquias, el sistema digestivo y el corazón, están localizados en el cefalotórax, mientras los músculos se concentran en el abdomen. Los apéndices del cefalotórax varían en apariencia y función. En la región cefálica, anténulas y antenas realizan funciones sensoriales. Las mandíbulas y los dos pares de maxilares forman la estructura mandibular que están involucradas en la alimentación (Solís, 1988). En la región torácica, los maxilípedos son los tres primeros pares de apéndices, modificados para manipular la alimentación, y los restantes cinco pares son los apéndices

caminadores (pereiópodos). En el abdomen se concentran cinco pares de apéndices denominados pleópodos (Bell y Lightner, 1988; Baily-Brock y Moss, 1992).

La morfología interna se presenta en la Figura 2. Los peneidos y otros artrópodos tienen un sistema circulatorio abierto, por lo tanto, la sangre y células de la sangre son llamadas hemolinfa y hemocitos, respectivamente. Los crustáceos tienen un corazón muscular que se localiza en posición dorsal en el cefalotórax. La hemolinfa deja el corazón y se ramifica mucho tiempo antes que llegue a los senos que están dispersos a través del cuerpo, donde el intercambio de sustancias toma lugar. Después de pasar a las branquias, la hemolinfa retorna al corazón por medio de tres aberturas sin válvulas (Bauchau, 1981).

En los camarones peneidos, la mayor parte del cefalotórax está ocupado por el hepatopáncreas, que es la glándula digestiva (Fig. 2). Las funciones principales del hepatopáncreas son la absorción de nutrientes, almacén de lípidos y la producción de enzimas digestivas (Jonson, 1980). En los tejidos del hepatopáncreas se producen los hemocitos. Este órgano está disperso en el cefalotórax, pero principalmente alrededor del estómago.

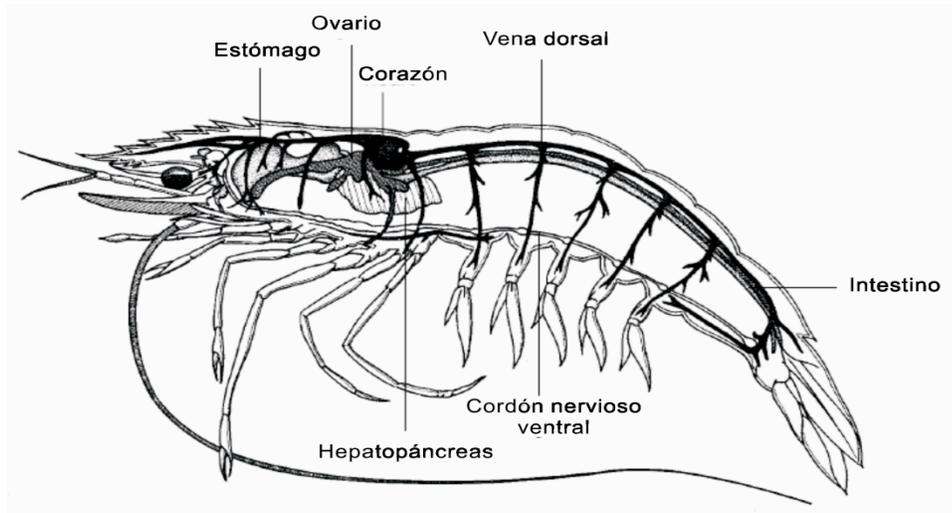


Figura 2. Anatomía interna de camarones peneidos, vista lateral (Dall *et al.*, 1990).

En el agua hay compuestos orgánicos disueltos que estimulan la actividad de forraje en los camarones. Las bajas concentraciones de esos compuestos pueden ser detectadas por las setas cuticulares químico-sensoriales que se concentran en la parte anterior del cuerpo del camarón. Una vez que el alimento es localizado, tanto las postlarvas como los adultos lo pasan hacia su boca usando los pereiópodos y maxilípedos. Los camarones mordisquean lentamente la comida con sus mandíbulas y maxilas (Baily-Brock y Moss, 1992). Los camarones son omnívoros, y en el medio natural se alimentan preferentemente de cangrejos, moluscos, peces y camarones pequeños (Motoh, 1984). Cuando la comida es de baja calidad o escasa, los camarones se alimentan de cualquier comida y tienden a desarrollar canibalismo.

Los peneidos alcanzan su talla máxima alrededor de un año y medio (Rodríguez de la Cruz, 1981). El crecimiento está estrechamente relacionado a las condiciones ambientales, la temperatura, la salinidad y el alimento. En condiciones óptimas puede tener crecimientos de 0.90 a 1.2 mm por día (Edwards, 1978), citado por Aragón-Noriega (2000).

El crecimiento de los camarones, como el de todos los crustáceos, requiere de eliminar la cutícula extracelular de la capa de la epidermis inmediata. El animal escapa de la cutícula rígida, se infla por hidratación, que expande el esqueleto nuevo y flexible que entonces endurece usando minerales y proteínas. Los procesos de muda y ecdisis tienen varias fases, varían en número y duración con la especie, la temperatura y la fase de crecimiento. Durante la muda y después de la misma, los animales son muy vulnerables a daños físicos y patógenos. Durante la intermuda, el agua es reemplazada por tejido. El proceso de muda da como resultados incrementos discontinuos del crecimiento (Chang, 1992). La ecdisis es un proceso complejo, en el cual todos los tejidos son involucrados; las reservas de lípidos son movilizadas, la división celular incrementa, nueva proteína es sintetizada y la conducta de los animales cambia.

El estado nutricional de los vertebrados puede ser usualmente evaluado por la apariencia externa y características que colectivamente llamamos condición. En cambio, en crustáceos la inanición no tiene efecto aparente en la apariencia externa, dimensiones o peso total, porque los tejidos metabolizados son reemplazados con agua (Dall, 1974).

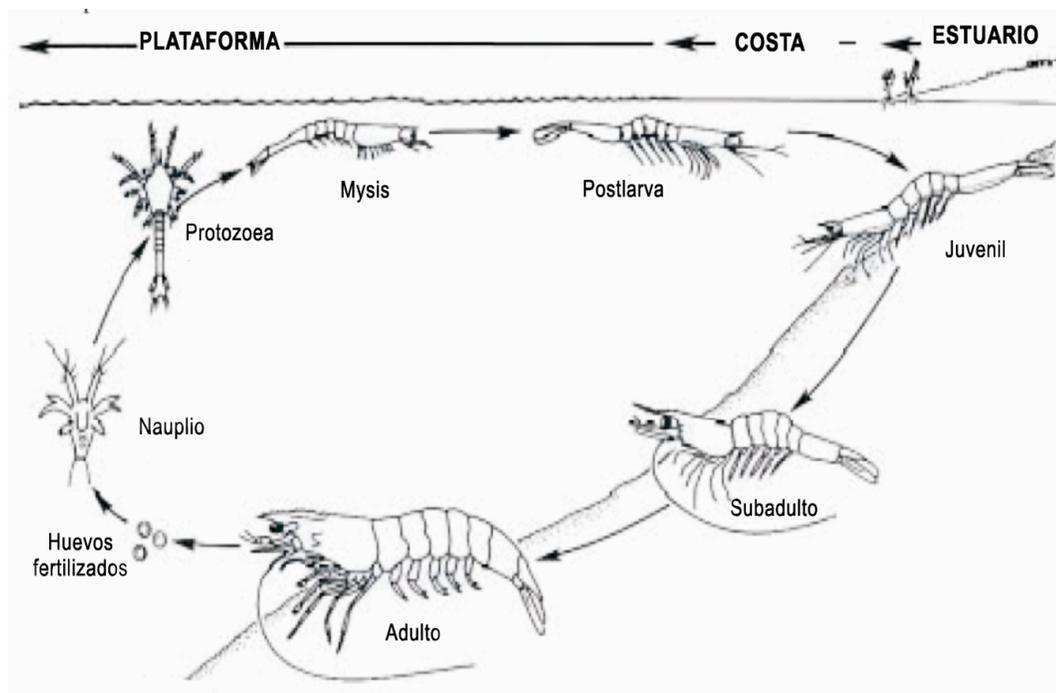


Figura 3. Ciclo de vida de camarones peneidos (Motoh, 1984).

Los camarones peneidos están distribuidos ampliamente a través de la mayor parte del Indo Pacífico en latitudes tropicales (Dall *et al.*, 1990). El ciclo de vida de los camarones peneidos incluye varias fases que son encontradas en una variedad de hábitat (figura 3). Los juveniles prefieren áreas costeras con agua salobre y estuarios cubiertos de mangle. Los adultos migran al océano a zonas profundas donde la fecundación y reproducción se realiza. Las hembras producen entre 500,000 a 1,000,000 huevos por desove (García y Le Reste, 1987; Dall *et al.*, 1990). El primer estadio larval es el nauplio, que se alimenta de sus reservas por algunos días y pasa a protozoa con alimentación de microalgas. La siguiente metamorfosis es hacia mysis, cuando consumen algas y zooplancton y tienen ya muchas de las características del adulto. La última fase en

postlarvas. Los estadios larvales habitan agua superficiales ricas en plancton, con migración costera conforme crecen.

## 1.2. HISTORIA DE LA PESCA DE CAMARÓN

Como en la mayoría de las pesquerías de camarones en el mundo, en México la explotación se basa en diferentes fases del ciclo de vida de la especie, y en diferentes cuerpos de agua, por lo que se denomina secuencial (García y Le Reste, 1986). La pesca se realiza en dos niveles, divididos en el artesanal e industrial.

La explotación de los camarones en México, data desde antes de 1921, cuando se realizaron los primeros embarques de camarón enhielado en el puerto de Topolobampo (Hernández, 1988). En la siguiente década comenzaron a operar embarcaciones de bandera japonesa que ubicaron las principales áreas de pesca (Magallón-Barajas, 1987; López-Martínez, 2000). Durante este periodo, México se incorporó a la pesquería con 17 barcos modificados como arrastreros, época que se conoce como el inicio de la pesquería de altamar por la flota mexicana. La pesquería de camarón de altamar alcanzó su mayor auge a partir de 1950, sobre todo en la zona noroeste y el Golfo de California, seguido de una fuerte caída a principios de los años setentas (Magallón-Barajas, 1987; López-Martínez *et al.*, 2000).

A finales del años ochenta, la pesquería del camarón enfrentó una crisis de producción donde los volúmenes de captura comenzaron a descender de 275,043 a 33, 623 kg en un periodo de cinco años, debido a la sobre explotación pesquera realizada en aquella región del país (McGuire, 1993). La crisis de la pesca se agudizó con el cambio de régimen en el pago de las deudas, ya que el banco BanPesca que capitalizaba las cooperativas se cerró pasando las deudas a la banca privada (Valdez-Gardea, 2001). En 1990, se dejó de prestar dinero a las cooperativas por el banco y se vieron obligadas a

disminuir su flota pesquera, casi hasta la mitad de la misma (McGuire, 1993). Se inició un periodo de desempleo para los pescadores que se quedaron sin fuente de empleo, y se produjo una reacción en cadena donde empresas relacionadas con la actividad pesquera también se cerraron: embarcaderos, astilleros, plantas procesadoras y congeladoras. Las cooperativas tuvieron que vender la mayoría de sus barcos, congeladoras y empacadoras (Greenberg y Vélez-Ibáñez, 1993).

Historia de la pesca en el Alto Golfo de California, a mediados de los años cuarenta del siglo pasado, la explotación de la población de la totoaba era la principal actividad, tras la caída de esta pesquería el esfuerzo de la pesca dentro de la zona del Alto Golfo de California se dio sobre el camarón.(Figura 4).

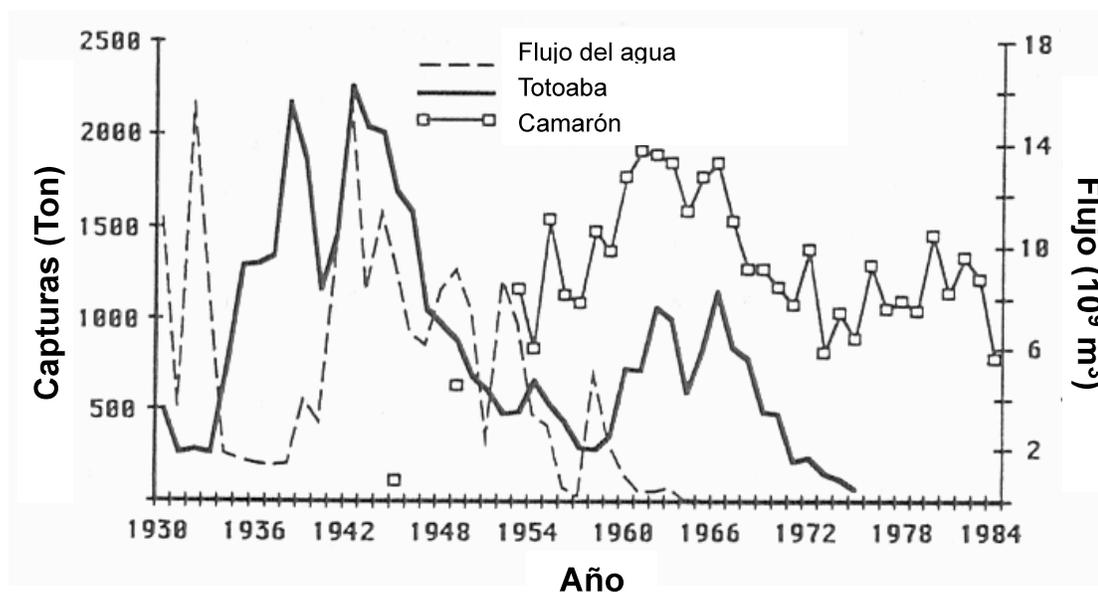


Figura 4. Capturas de totoaba y camarón históricas con respecto al flujo de agua proveniente del río Colorado. Tomado de Cisneros *et al.* (1995).

En 1930 aparecen las primeras sociedades cooperativas pesqueras y para la década de los cuarenta se empezaron a dar los primeros apoyos a la industria del camarón. Las capturas de éste crustáceo pasó de 690 en 1930 a 51, 766 toneladas, en 1980, los barcos se transformaron y pasaron de ser de madera a acero con capacidades distintas que fueron de las 11 t por barco hasta 70 toneladas respectivamente, con mejoras técnicas.

El gobierno mexicano les dio la exclusividad de la pesca a las sociedades cooperativas pesqueras, y las obligó a comprar las embarcaciones al sector privado. Esto se hizo a través del crédito otorgado a través de la banca estatal (BanPesca), con intereses bajos (Vásquez-León, 1993). El cumplimiento de los créditos mantuvo a las cooperativas en niveles de rentabilidad muy bajos, y cuando la pesca decae a finales de los ochenta, la economía de las cooperativas entra en crisis y caen en bancarrota (Valdez-Gardea, 2001). Esta situación obedeció primeramente a una sobre explotación del recurso al existir un alto nivel de esfuerzo pesquero (número de embarcaciones), con artes de pesca ineficientes. No obstante los cambios climáticos que se presentaron en esa época provocados por el fenómeno de El Niño durante el último tercio de la década también impactaron sobre el recurso (Greenberg, 1993a).

Ante la falta de nuevos créditos, un gran número de cooperativas vendieron sus barcos a precios muy bajos a inversionistas privados, y en 1991 dejó de ser la pesca del camarón exclusivo para las cooperativas (Vásquez-León, 1993). En 1987 existían 276 embarcaciones en el Alto Golfo y para 1993, solamente quedaban 123 barcos en manos del sector cooperativista. Esta reducción en el número de embarcaciones no sólo afectó directamente a las cooperativas en el número de socios, y en la economía de las comunidades de San Felipe, Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, ya que también se

vieron afectadas las empresas que se generaron alrededor de la pesca del camarón como las empacadoras, congeladoras, hieleras, transportes, etc. Aunque el problema no fue mayor en las comunidades de San Felipe y Puerto Peñasco, ya que en ellas presentaron otras alternativas económicas que podían emplear de manera inmediata a aquellos trabajadores de la pesca, que se quedaban sin trabajo (McGuire, 1993).

En 1980 se inició la construcción de la infraestructura portuaria nacional donde San Felipe en Baja California y Puerto Peñasco en Sonora y se beneficiaron en su momento. No obstante, para finales de los ochenta, decae la pesca de camarón afectando directamente la economía regional y de las cooperativas, por lo que se tuvieron que encontrar nuevas oportunidades de pesca, particularmente en lo que respecta a la captura de especies de escama (Valdez-Gardea, 2001).

Con ello, se empezó a diversificar la pesca, a partir de esta etapa las embarcaciones se adaptaron a las nuevas circunstancias, y se empezaron a capturar peces con especies como el chano y la sierra, que no son económicamente atractivas como el camarón, pero que se encuentran en abundancia en la región. En el año 1993, la curvina golfina reapareció en la región provocando el regreso de los pescadores a la actividad, y la migración de personas de otras regiones del país a esa zona de pesca (Valdez-Gardea, 2001). En este mismo año que entró en vigor la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California.

Para entonces las cooperativas pesqueras no contaban ya con embarcaciones mayores, y al diversificarse la pesca, adquirieron embarcaciones menores o pangas, llegando a números que en ocasiones resultaron mayores el número de socios que había por cooperativa (SAGARPA, 2005). En 1995 la captura de camarón se formalizó por sector de ribera y hasta la fecha se realiza en embarcaciones de fibra de vidrio y con motor fuera de

borda, utilizando chinchorro de línea, arte de pesca autorizado para esta zona, con alta la eficiencia y selectividad.

Al mismo tiempo, el desarrollo fronterizo en Baja California y Sonora ha propiciado un crecimiento de la población, debido a la alta migración de personas del interior del país que buscan oportunidades de trabajo en los diferentes sectores de la economía regional.

Además, los pescadores empezaron a alternar la pesca deportiva con la comercial durante el año, sobre todo en las comunidades de San Felipe y Puerto Peñasco.

A principios de los noventa se realizó en Mazatlán, Sinaloa, el Taller para la Identificación de Áreas Marinas Prioritarias para la Conservación, organizado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y el World Wildlife Found (WWF). Ahí, y con la participación de diversos investigadores, se decidió incorporar a la región dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas en México (SMANP) (Ferman-Almada, 1994). Esta decisión contó con el respaldo del sector industrial camaronero y en 1993 la zona fue decretada Reserva de la Biosfera (CICTUS, 1994), incorporándose al Sistema Internacional de Reservas de la Biosfera, y el cual cumple con el modelo desarrollado por la Naciones Unidas en el Programa de “El Hombre y la Biosfera” (Cudney y Turk, 1998).

La Reserva esta dividida en dos zonas distintas de manejo: una zona núcleo que tiene la finalidad de conservar el medio ambiente en su estado natural, y que es una zona de criadero y desove de especies comerciales, endémicas y en peligro de extinción; y de una zona de amortiguamiento, que busca un balance entre las actividades antropogénicas y la naturaleza, permitiéndose la explotación de los recursos naturales bajo ciertos criterios de manejo (Campoy, 1998).

El pescador en la reserva ha experimentado una diversidad de cambios en el modo de pescar durante el tiempo. A partir de la entrada en vigor de la Reserva, algunas modificaciones se han venido suscitando a las redes de pesca para hacer la pesca sustentable, aunque estas no han sido adecuadas para todas las pesquerías.

La Reserva ha presentado un cierto beneficio, ya que la pesca de las especies que se explotan se ha mantenido estable durante el tiempo que lleva establecida en la región, y ha permitido el crecimiento de la flota pesquera en ciertos periodos. Manteniendo una producción compatible con la productividad del ecosistema marino.

### **1.3 MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN**

Se trata de una pesquería multiespecífica, donde todas las especies de interés comercial se capturan y se rigen por un mismo periodo, la estrategia de manejo de camarón en México, establece un procedimiento de evaluaciones continuas donde se estima la biomasa remanente (o escape constante), la época de reproducción y reclutamiento del camarón; los resultados de las investigaciones están a cargo del Instituto Nacional de Pesca y se confrontan con autoridades y del sector productivo.

Normalmente cada temporada de pesca se define y se considera como periodo anual, aproximadamente de septiembre hasta finales de febrero o principios de marzo de año siguiente. Para las especies del Pacífico mexicano, los cambios en la abundancia están relacionados a la migración de juveniles de las lagunas hacia el océano al terminar el ciclo de vida. La variabilidad de este patrón depende de factores climáticos y el crecimiento individual (Del Valle-Lucero y Martin, 1995).

Las primeras medidas de manejo de la pesquería en México se implementaron en 1939 y consistían en vedas espaciales (geográficas) y temporales (período) (Rodríguez de la Cruz, 1976). Las vedas espaciales fueron creadas para resguardar determinados sitios, considerados como “productores-exportadores” de nuevos organismos, con el objeto de sostener las poblaciones de las demás áreas de pesca, tal es el caso del Delta del Río Colorado, el Canal del Infiernillo, y el sistema lagunar de Agiabampo (Magallón-Barajas, 1987; López-Martínez, 2000).

Después las segundas medidas de manejo fueron concebidas persiguiendo dos objetivos, el primero era proteger el camarón durante sus primeras etapas de su ciclo de vida dentro de las bahías y lagunas costeras (estadios desde postlarvas hasta juveniles); y el segundo, para proteger los periodos de reproducción masiva característicos de esta especie, los cuales se llevan a cabo en altamar (Rodríguez de la Cruz, 1976).

En la actualidad, el periodo de veda se considera de los meses de abril a agosto-septiembre en la pesquería de camarón de acuerdo a las evaluaciones y los muestreos biológicos donde se monitorea el desove masivo, el crecimiento, disponibilidad de reclutas a las diferentes zonas de pesca y los rendimientos, las fechas se decretan por la autoridad competente. El levantamiento de la veda se define a partir de criterios científicos. Actualmente es común que la veda se levante primero para los pescadores de bahías y ribera en embarcaciones menores, y días después para los de altamar.

En el noroeste de México el esfuerzo pesquero ha crecido de manera importante en el número de lanchas y pescadores así como por los avances tecnológicos utilizados en la pesca. Por este incremento y la pérdida de producción natural en los sistemas costeros, los

pescadores ribereños invadieron, desde la década de 1980, la zona costera litoral a la cual no tienen derecho de acuerdo con la NOM-002-PESC-1993. La producción se estabilizó en alrededor de 150 mil toneladas cuando la población pesquera ascendió a 25,000 pescadores en los noventas. Desde entonces, los recursos pesqueros soportaron una constante presión social, debido a su valor en el mercado nacional e internacional.

En el noroeste de México han cambiado las políticas públicas en la actividad pesquera, el 29 de diciembre de 2005, se oficializó el programa de protección a la vaquita marina, debido a eso se han buscado medidas regulatorias y de administración a los procesos de explotación comercial de las especies en cuestión, para contribuir en la regulación de su aprovechamiento, que tiene como visión, administrar de manera convencional la pesca en el país. Ha sido imposible evitar que algunas poblaciones de recursos estén en proceso de sobre explotación. La industria ha sufrido importantes cambios, las poblaciones disminuyen y se ha invertido capital para capturar cada vez volúmenes más reducidos.

Se buscan soluciones racionales para la administración de los recursos pesqueros de uso común, con instrumentos innovadores para administrar de forma correcta la pesquería de camarón en el Golfo de California.

La conservación de la diversidad biológica tiene uno de sus principales instrumentos en el establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP). La reserva de la biosfera es la modalidad de ANP que ocupa mayor extensión en el territorio mexicano. Las reservas de la biosfera se pueden considerar como instrumentos de manejo de recursos naturales, que definen mecanismos de restricción al interior de las mismas. Los objetivos de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (RBAGCDRC) son

conservar y aprovechar los ecosistemas naturales de la región. Estos objetivos tratan de incidir en la conservación de los recursos acuáticos para su aprovechamiento. Sin embargo, las restricciones impuestas por las medidas regulatorias implementadas dentro de la reserva pueden llegar a ser una limitante para el desarrollo de la actividad pesquera.

Por su distribución, el uso del hábitat del golfo de California por los camarones peneidos, se encuentran sujetos a variaciones ambientales muy importantes y a factores antropogénicos, tanto del medio marino como continental (Gulland y Rothschild, 1984). Una de las variables es la amplia distribución latitudinal de los camarones, lo que les permite que ocupen diferentes ecosistemas y en escala adaptativa modificar los patrones ecológicos, entre los más evidentes tenemos el uso del hábitat (Dall *et al.*, 1990; Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2006).

#### **I.4. NORMATIVIDAD**

La pesquería de camarón, al igual que otras en México, se rige por la Ley de Pesca (Diario Oficial de la Federación, 25.06.1992), que es una ley reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución General de los Estados Unidos Mexicanos. En ella se establecen las condiciones de acceso al recurso así como los derechos y obligaciones de los usuarios.

Otras leyes concurrentes son: a) Ley de Metrología y Normalización, concerniente a la emisión de Normas reglamentarias de las pesquerías y, b) Ley General de Sociedades Cooperativas que rige la organización y funcionamiento de las sociedades de producción pesquera (Diario Oficial de la Federación, 3.08.94);y c) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), relativa a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente y acervo biológico del país.

Como instrumento normativo específico para la pesquería de camarón, se cuenta con la Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993 (DOF, 1993), y sus modificaciones y apéndices normativos (DOF, 1997) relativos a las redes suriperas, chinchorros de línea y dispositivos excluidores de tortugas. Las medidas reglamentarias actuales consideran la aplicación de vedas (DOF, 1994), restricción del esfuerzo y la reglamentación de artes de pesca.

La Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993 (DOF, 1994) establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.

También se cuenta con la Carta Nacional Pesquera (CNP) y su anexo, documento que constituye un instrumento jurídico normativo (DOF, 2000) que contiene, entre otros aspectos, el estado que guardan las poblaciones y sus pesquerías, así como los lineamientos y estrategias de manejo por región de las pesquerías en México. El nuevo Reglamento de la Ley de Pesca (DOF, 1999) establece que la CNP y sus modificaciones o actualizaciones deberán ser aprobadas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación mediante acuerdo expedido por el titular del ramo.

Adicional a la Ley de Pesca, la NOM-002-PESC-1993, está la CNP para toma de decisiones (INAPESCA 2004) y existe otra instancia en el contexto normativo de la pesquería de camarón en México que es el Comité Nacional de Pesca y Acuicultura, cuya función es la de hacer concurrir al sector pesquero involucrado previo a la toma de decisiones, a través de reuniones para la exposición de resultados y propuestas institucionales sobre investigación, ordenamiento, vigilancia y manejo de la pesquería, así como del estado que guarda el mercado nacional e internacional, culminando en la adopción de decisiones sobre fechas de inicio y término, y otras especificaciones operativas para una temporada de pesca o veda.

Actualmente las Medidas de manejo: NOM-002-PESC-1993 (D.O.F. 31/12/93) y sus modificaciones ([www/conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona-cuadro-de-noms](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona-cuadro-de-noms). revisado. 26/09/09) donde se establecen vedas espacio-temporales, control de esfuerzo, reglamentación de embarcaciones, potencias de motores, equipos y artes de pesca, y uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortugas, así como la NOM-009-PESC-1993 (D.O.F. 04/03/94) que establece el procedimiento para determinar épocas y zonas de veda. La determinación de las fechas exactas se realiza mediante muestreos biológicos

efectuados por dependencias oficiales quienes monitorean tanto el desove masivo como el crecimiento e intensidad del reclutamiento de los organismos adultos en las diferentes zonas de pesca.

La pesca del camarón está regida por reglas oficiales que consideran la aplicación de vedas, restricción del esfuerzo y reglamentación de artes de pesca, en los términos establecidos en la NOM-006-PESC-1993 (D.O.F., 31/12/93). Otras medidas de reglamentación se refieren a las especificaciones sobre el área de operación. Las características técnicas de las redes, como son el tamaño de malla y la prohibición de realizar arrastres en bahías y en la franja costera de cero a cinco brazas. En las lagunas costeras y esteros el acceso al recurso es mediante permisos de pesca concesionados principalmente a cooperativa, precisando la zona de operación y las características técnicas del arte de pesca y si éstas son fijas se determina la temporalidad y la permanencia.

Como consecuencia, el proceso de administración que se modifica cada año en función del crecimiento y la reproducción de los organismos.

El Programa de Manejo de la Reserva fue oficialmente presentado en 1995 é instrumentado con los Programas Operativos Anuales de 1996 y 2000. Es administrado y manejado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT. En 1996 se inició operación de la estación de campo del Golfo de Santa Clara en coordinación con el Gobierno del Estado de Sonora. La Comisión es una instancia desconcentrada de la SEMARNAT establecida en junio 5 del año 2000 y regida bajo el Reglamento Interno de la SEMARNAT (2000).

El ordenamiento para la protección de los recursos naturales acuáticos está abordado en la Ley de Pesca, donde el objetivo es garantizar la conservación, la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros y establecer las bases para su adecuado fomento y administración. El ordenamiento es importante para cumplir las expectativas de conservación de las especies y del ecosistema, sin olvidar los aspectos sociales y económicos de los pobladores del alto golfo de California, específicamente San Felipe B.C., Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora.

Refugio de la Vaquita Marina, en diciembre del 2005, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa de Protección de la Vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California. El decreto consideró la participación social como eje importante para disminuir los factores de riesgo, que han llevado a la vaquita a ser una especie considerada en peligro de extinción, sin que se vea afectado el bienestar de las comunidades que llevan actividades productivas en el área de refugio.

El área de refugio comprende una superficie de 1,263.85 km<sup>2</sup>, frente a las costas del estado de Baja California y se divide en dos polígonos: el polígono A que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera con una superficie de 897.09 km<sup>2</sup>, y el polígono B, que esta fuera de la Reserva con una superficie de 366.76 km<sup>2</sup>. En el Refugio se prohíbe el uso de redes con luz de enmalle de 6 pulgadas o más. Se elimina la práctica de la pesca de forma pasiva y que la red quede por debajo del agua más de 30 minutos. Se restringe el uso de redes de arrastre alrededor del polígono y se establece un tamaño mínimo de largo para el chinchorro utilizado para la captura del camarón. Se limita el esfuerzo pesquero a 162 embarcaciones de altura, y no se determina el número de embarcaciones menores.

Contemplaba una serie de medidas que coadyuvaran a disminuir el impacto económico que la reserva pudiera generar al disminuir la actividad pesquera con la creación de actividades económicas alternativas, apoyándose en un ordenamiento pesquero realizado por la CONAPESCA con el apoyo de los gobiernos de los estados de Baja California y Sonora, en beneficio de las comunidades del lugar. El Programa trata de disminuir los problemas ambientales de la interacción económico-social con el ecológico, suscritos en una interdependencia, que al acoplarse pueden desarrollar un vínculo de beneficio mutuo (Gamarra, 2002).

## 1.5. SISTEMAS DE CAPTURA Y ARTES DE PESCA DE CAMARÓN

La pesquería, además de ser multiespecífica, utiliza diferentes artes de pesca para la extracción del recurso. Las artes de pesca para el camarón son; la atarraya lomera, la red de arrastre, red de enmalle para camarón (o chinchorro de línea) y la atarraya suripera.

### a) Red de enmalle

La eficiencia operacional de la red de enmalle está en función del material de construcción, del diámetro del hilo, de la fuerza de flotación, del lastre y el encabalgado de la red. El principio de captura consiste en la excitación del camarón mediante la relinga de lastre (o plomos) al momento en que la red deriva sobre el fondo por efecto de las corrientes, provocando que éste salte sobre el paño, quedando incrustado en la malla. Ya enmallado, el camarón adopta una forma comprimida generalmente entre el primero y el último segmento; y es entonces cuando se puede considerar que estamos ante el proceso de captura óptimo en este tipo de artes de pesca (Figura 5).



Figura 5. Forma del enmallado del camarón (Balmori-Ramírez *et al.*, 1999)

Eventualmente, el animal queda atrapado por los apéndices del rostrum y telson. Ocasionalmente, también es capturado cerca de la línea de flotación cuando los camarones realizan migraciones verticales.

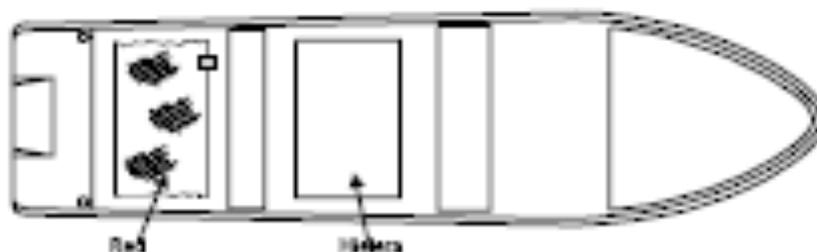


Figura 6. Vista de la embarcación menor, lancha y/o panga. (Balmori-Ramírez *et al.*, 1999)

La pesca ribereña del camarón se realiza con embarcaciones menores construidas con fibra de vidrio (Figura 6), con espacios divididos por medio de bancadas (para llevar a bordo los tripulantes), el equipo de pesca y la captura. El número de pescadores varía de dos a tres; siendo generalmente el motorista el encargado de la maniobra de pesca.

La maniobra de pesca y largado del equipo, la faena de pesca, es relativamente sencilla. Al llegar la embarcación al área de pesca, se larga el orinque (cabo con boya indicadora) que marca el inicio y/o término de la red; enseguida, se inicia el largado del equipo realizándolo de dos maneras: a) se desplaza la embarcación a muy baja velocidad y se lanza la red por la línea de plomos, mientras otro pescador libera la línea de flotación; o bien, b) se inicia el largado, también por la línea de plomos, comenzando el recorrido a una velocidad relativamente alta, en donde la línea de flotación es arrastrada por el peso de la

red, tomando su forma normal de trabajo al término de la operación. Así, la red queda en reposo para ejercer función de pesca durante 20 o 30 minutos a merced de la corriente (Figura 7).

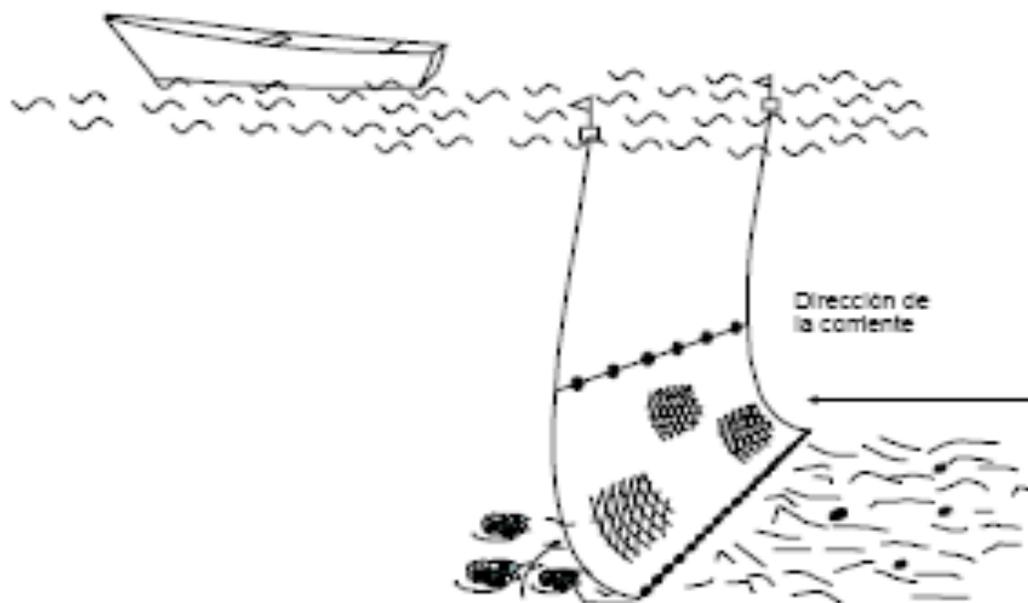


Figura 7. Vista del cobrado del equipo (Balmori-Ramírez *et al.*, 1999)

Enseguida la embarcación se coloca junto a la boya y un pescador inicia su cobrado. Una vez que las dos relingas están a bordo de la embarcación, se va cobrando la red muy lentamente por la proa; mientras el otro pescador va desenmallando el camarón capturado y adujando la red en la popa de la lancha. Esta actividad se debe realizar con mucho cuidado, ya que de lo contrario el camarón podría caerse debido a los movimientos de la embarcación y el movimiento de la red. La duración del cobrado depende de la cantidad de camarón capturado en la red.

Las embarcaciones empleadas en el Golfo de California (Sonora y Baja California) utilizan motores fuera de borda con potencias que varían entre los 50 y 115 hp. El tamaño de motor más empleado es el de 75 hp, que corresponde a un 65 % del total, seguido por los motores de 50 y 115 hp con un 10 y 25 % respectivamente. El tamaño de las embarcaciones fluctúa entre los 6.70 y 7.62 m (22' y 25') de eslora, con mangas de 2 a 3 m (6.5' y 9.8'), siendo las de 7.62 m empleadas por un 75 % de los pescadores de la flota.

La pesca de camarón en bahías, esteros y lagunas se ha realizado tradicionalmente con atarrayas, cuyas características técnicas, las hacen ser un arte de pesca eficaz hasta una cierta profundidad de pesca cuando se operan desde la orilla. A profundidades mayores, este arte de pesca es ineficiente debido a su forma de operación y principio de funcionamiento.

La extracción de camarón en los sistemas lagunares-estuarinos evolucionó de la atarraya lomera a la atarraya suripera, gracias al ingenio del pescador sinaloense de La Reforma, Sin., aprovechando las condiciones oceanográficas y conducta del camarón azul en los sistemas lagunares de dicho estado. En la actualidad este arte de pesca también es empleado en esteros de Baja California Sur. El uso de este arte de pesca se inició a fines de la década de los setenta y principio de los ochenta y causó un impacto muy importante en esa región, especialmente por los costos relativamente bajos de producción, el rango de tallas del camarón capturado y por lo novedoso del método de pesca.

El método consiste en calar la red desde la embarcación y dejarla que derive sobre el fondo a favor de la corriente. Cuando hay viento suficiente, se usa la vela para que la embarcación derive y arrastre la relinga sobre el fondo. Cuando hay corriente suficiente se utiliza la vela debajo de la superficie del agua para que la embarcación sea remolcada por

la misma corriente; denominándola en este caso burra por la forma en que es remolcada por la embarcación.

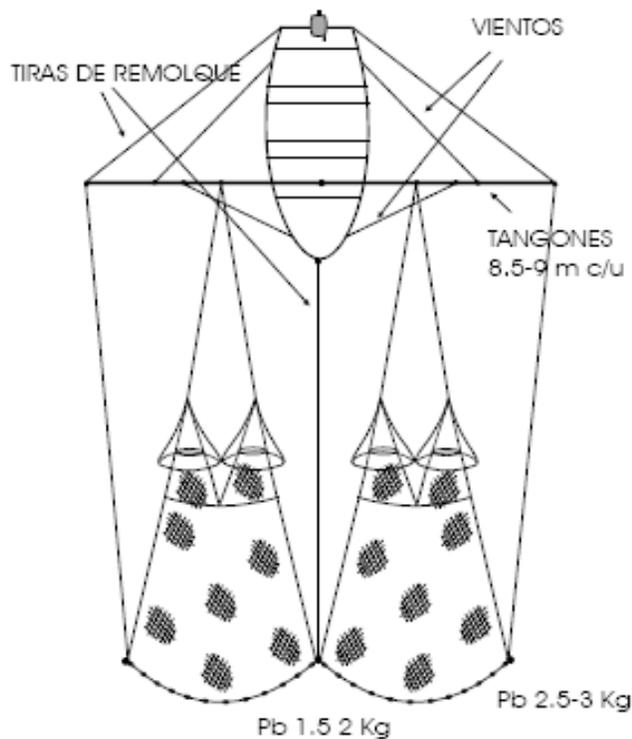


Figura. 8. Vista de la operación de la suripera (Sarmiento-Náfate *et al.*, 1999)

La suripera es una red circular de paño monofilamento nylon similar a la atarraya, pero a diferencia de ésta última, sólo la mitad del perímetro de la red está sujeta a una cuerda con lastre acondicionada para el arrastre del equipo, con luz de malla tan pequeña como una pulgada.

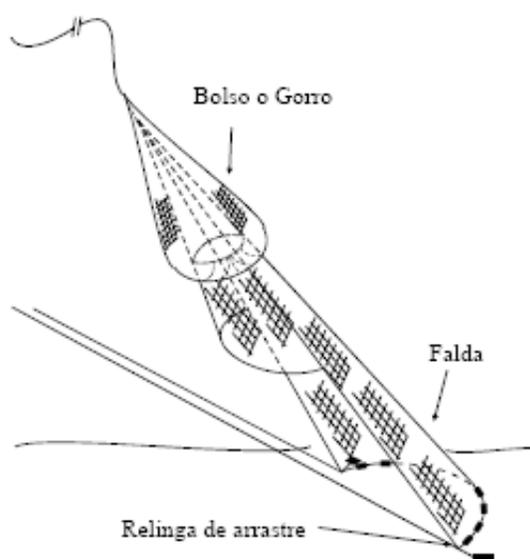


Figura. 9. Componentes de la suripera (Aguilar-Ramírez *et al.*, 1999)

#### c) Red de arrastre

La eficiencia operativa de las redes de arrastre está en función de varios factores, que combinados entre sí permiten que el sistema funcione bajo los parámetros de diseño, asegurando de esta manera su adecuado comportamiento hidrodinámico y pesquero. Así, la eficiencia depende de la adecuada interrelación del diseño, construcción y aparejamiento de la red (distribución de las fuerzas de hundimiento y flotación), de la longitud del cable de arrastre en función de la profundidad de trabajo, de la velocidad de remolque y de la calibración de los portones, puertas o tablas de arrastre. Otro aspecto determinante para el éxito en las operaciones de captura, es la experiencia y conocimiento del capitán, o patrón de pesca, acerca de los caladeros y la probable distribución, abundancia y migraciones de las especies objetivo.

El buque pesquero típico, por lo general, es el arrastrero camarero de doble aparejo de 15.3 a 29.5 m. de eslora, con cubierta corrida, arboladura (mástil, pluma real,

tangones y pescante), área de maniobras de pesca, puente de mando y derrota (con el equipo de navegación, comunicación y ecodetección), camarotes, cocina y baño. En la cubierta de trabajo, comúnmente perpendicular a la línea de crujía, se localiza el malacate o winche de arrastre, el cual generalmente se compone de tres tambores principales y dos tambores de fricción, conocidos también como cabezas de negro. Este se emplea en las labores de largado, cobrado y descarga de las redes; sus características técnicas son muy variadas y generalmente obedecen a las capacidades del buque y la zona de operación. Otra sección es el cuarto de máquinas, donde se localizan los motores (principal y los auxiliares), así como la maquinaria para la conservación de las capturas y el accionamiento de los malacates, generadores, tableros de control, etc.

Este sistema de pesca es el de arrastre de fondo con doble aparejo (Figura10), que se compone de dos redes (una por banda), cada una con un juego de dos portones, conectadas mediante tirantes conocidos comúnmente como rendales o reinales (superior e inferior). Las puertas se unen al cable de remolque a través de cables de acero denominados galgas, cuya longitud varía entre 54 y 108 metros (30 y 60 brazas).

Las redes están formadas por las siguientes secciones:

- Tapa superior o boyado: constituida por las cuchillas y los paneles centrales superiores del cuerpo.
- Tapa Inferior o arrastre, constituida por las cuchillas y paneles centrales inferiores del cuerpo.
- Tapas laterales o brazos.
- Dispositivo Excluidor de Tortugas (DEP).
- Bolso, copo o saco.

Las relingas de las redes, por lo general son de cable combinado (tralla). La superior va aparejada con flotadores de diversos materiales y fuerza de flotación, dependiendo del patrón de pesca. La inferior se apareja con cadena galvanizada de 9.5 (3/8") a 14.3 mm (9/16") de diámetro, cuyo peso varía según el tipo de red y características de la zona de pesca.

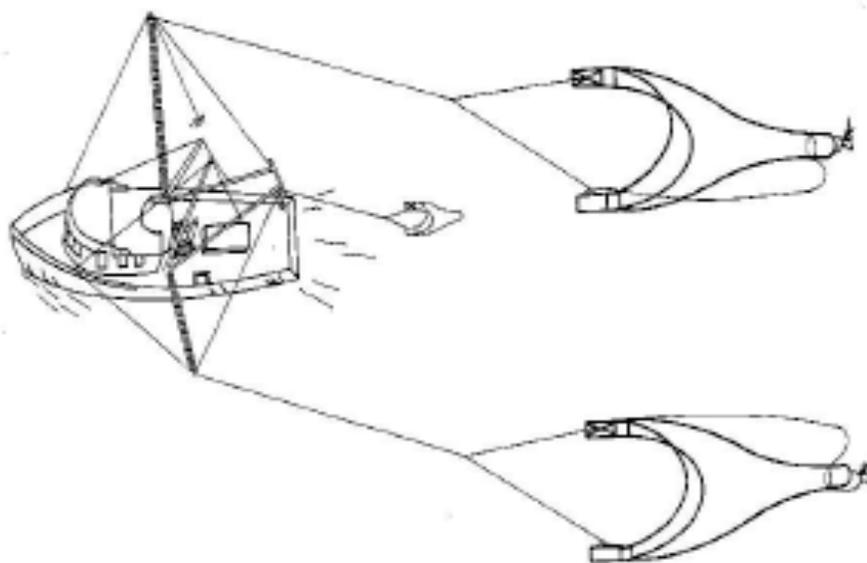


Figura.10. Vista de la operación del sistema de doble aparejo (Bai *et al.*, 1999)

Los elementos de la arboladura denominados tangones, localizados en ambas bandas del barco (babor y estribor), cuentan en sus extremos con una pasteca o polea cuya función es desviar el cable del malacate hacia la dirección del arrastre. La distancia entre estas poleas es tal, que permite mantener separadas las redes sin que éstas lleguen a cruzarse.

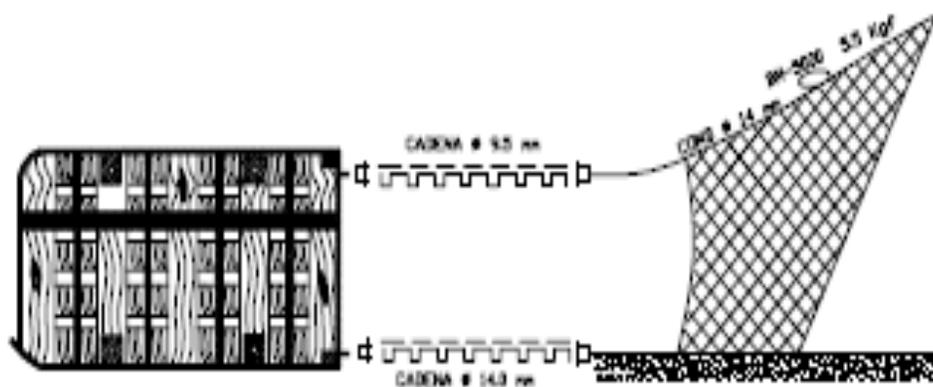


Figura.11. Vista de la unión del portón con el ala de la red.

La captura del camarón se efectúa cuando las redes son remolcadas barriendo el fondo, directamente sobre el hábitat de los camarones, distinguiéndose las operaciones siguientes:

a) Largado del Equipo. Una vez que la embarcación se sitúa en los caladeros seleccionados por el patrón de pesca, se procede a preparar las redes para ser lanzadas al mar, revisando que no estén torcidas o enredadas. El largado inicia con el bolso, posteriormente se verifica visualmente que el Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET) se encuentre en adecuada posición de trabajo y se libera el resto de la red incluyendo la cadena espantadora. Previo al largado de los portones, se verifica nuevamente que toda la red se encuentra en su adecuada forma de trabajo; posteriormente, en función de la profundidad, el patrón da la orden a los responsables de la operación del malacate (winche) respecto a la longitud de cable que deberá utilizarse durante el lance, procediendo a incrementar la velocidad de la embarcación hasta completar esta operación, la cual tiene una duración de 10 a 20 minutos.

b) Arrastre. El arrastre efectivo inicia una vez que han sido asegurados los malacates de arrastre y el buque alcanza la velocidad de remolque (2.0 a 3.5 nudos), lo cual permite la estabilización del equipo de pesca. Posteriormente, se procede a largar la red de prueba conocida como chango o changuito, la cual se revisa a intervalos regulares (30 minutos) para determinar la abundancia relativa del recurso, así como la cantidad de fauna acompañante y verificar el tipo de fondo.

c) Virado del equipo. El cobrado o recuperación del equipo se inicia con el virado de los cables de arrastre de cada red hasta que las puertas llegan a los tangones y se atranca el malacate; posteriormente, es izado abordo y colocado sobre la cubierta únicamente el DET.

e) Descarga. Para la descarga de las capturas con el DET y el bolso en la cubierta, se procede a izar ambos elementos con la ayuda de un cabo conocido como sencillo, para entonces desatar el extremo del bolso y permitir el vaciado de las capturas y la posterior limpieza del mismo. La duración de esta maniobra, en condiciones normales, es de 10 a 15 minutos. Cuando se descarga la captura en la cubierta, el camarón es separado, descabezado, lavado y clasificado (camarón primera, segunda y rezaga); posteriormente, se coloca en bolsas de paño de red y se sumerge de dos a cuatro horas, para su congelado, en un contenedor rectangular (tina) con salmuera refrigerada (proporción: 500 kg de sal por 200 litros de agua). Una vez congelado se coloca en costales de PE con capacidad de 50 kg y es estibado en la bodega de conservación. La conservación del producto a bordo se realiza mediante el sistema de refrigeración mecánica con gas freón 12, logrando con ello temperaturas entre 30 y 40°C bajo cero.

En el Alto Golfo de California, el 70 % de la flota que opera de manera regular tiene como base los puertos de Guaymas y Yavaros, el 20% está registrada en Puerto Peñasco y

el resto en San Felipe (INAPESCA 2004). La potencia nominal de los barcos agrupados en intervalos de 100 hp está representada en su mayoría por dos grupos: de 300 a 400 hp (40%) y de 401 a 500 hp (30.8%), siendo la embarcación con potencia de 365 hp (35%) la más común, con potencias mínima y máxima de 150 y 624 hp respectivamente (Fig. 12).

En lo que hace a la antigüedad de la flota el promedio es de 21 años, si bien se observan dos grupos principales, que representan el 91.2% del total de las embarcaciones, siendo la categoría de entre 21 y 30 años la más frecuente con el 62.6% seguida de la de 11 y 20 años con el 28.7%; dos barcos presentan la mayor antigüedad (50 años) y siete son nuevos (menos de 5 años). En cuanto al tamaño de las embarcaciones la longitud promedio es de 22.26 metros de eslora, el 91% de la flota se concentra en el intervalo de los 21 a 25 metros, con esloras mínimas y máximas de 15.3 y 29.5 metros respectivamente (Figura 13).

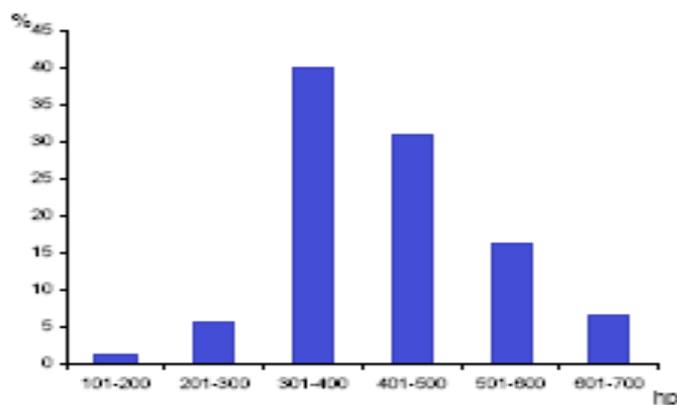


Figura.12 Potencia de motores

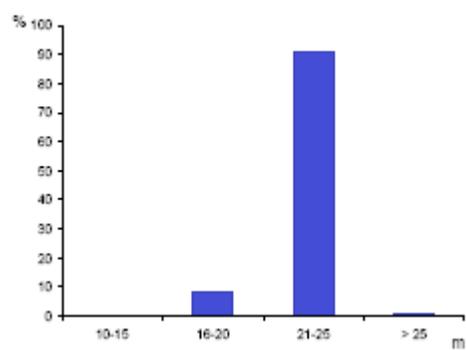


Figura.13. Tamaño de eslora de la flota mayor

## I.6 JUSTIFICACIÓN

Desde el establecimiento de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo y Delta del Río Colorado, la normatividad cambió y restringió algunas medidas para proteger a las especies del medio marino, propició un cambio en los pescadores orientado a entender nuevas formas y alternativas para explotar de manera racional y sustentable los recursos del mar, minimizando el daño al equilibrio ecológico marino, así como de aquellas especies que se reconocen en alguna condición de peligro poblacional, principalmente por su baja abundancia, o por sus rasgos endémicos.

A pesar de ser una zona de reserva, la actividad pesquera sigue siendo la principal fuente de ingresos en la economía de la región del Alto Golfo. De tal forma, que el manejo de los recursos dentro de la zona es un reto de largo plazo que debe favorecer a las comunidades de pescadores y al entorno del Alto Golfo de California. La pesca es la fuente de empleos para un sector importante de la población. Esto requiere de propuestas que aporten nuevas medidas que ayuden a tener una pesca responsable, con cambios en la conducta de los pescadores, y todos aquellos que tienen un beneficio directo de los recursos marinos de la región.

La dinámica del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) del Alto Golfo de California, requiere de una estrategia de administración que atienda la problemática particular de la región. Principalmente desde su caracterización espacial dentro del Alto Golfo y dentro del mismo Golfo de California, la propuesta debe incluir consideraciones sobre la variación de su biomasa total y la biomasa explotable de camarón azul, así como el impacto sobre la magnitud de sus capturas en la ribera y en altamar de este ecosistema. Es

factible que mediante el establecimiento de una cuota de captura se puede plantear el manejo compartido, y mejorar la ordenación dentro de la región, promoviendo incluso la evaluación de la medida adoptada en el corto y mediano plazo.

## **I.7 HIPÓTESIS**

Los patrones de preferencia en distribución y las zonas de mayor abundancia relativa de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* se asume que son indicativos de algunos rasgos demográficos, tales como reclutamiento, reproducción, crecimiento individual y migración. La identificación de estas zonas son importantes porque se podrían proponer alternativas de manejo para la especie dentro del Alto Golfo de California, basadas en las tendencias de la biomasa a través del tiempo usando nuevos enfoques de explotación, que consideren puntos de referencia biológicos, para así mejorar la ordenación dentro la región.

## **1.8 OBJETIVOS**

### **1.8.1. Objetivo general**

Determinar bases para la administración de la pesquería de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Alto Golfo de California.

### **1.8.2. Objetivos específicos**

Analizar la distribución latitudinal del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Golfo de California.

Analizar la estructura de tallas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Golfo de California.

Estimar la abundancia relativa del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Golfo de California.

Identificar la zona de reclutamiento del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Alto Golfo de California.

Estimar la biomasa del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Alto Golfo de California.

Estimar el patrón de explotación del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el Alto Golfo de California.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. ZONA DE ESTUDIO

La pesquería del camarón en el Pacífico Mexicano comprende desde la zona del Alto Golfo de California, en el Delta del Río Colorado, hasta la frontera con Guatemala, incluyendo la costa Occidental de Baja California Sur y prácticamente todos los sistemas lagunares. Para fines de este estudio, y con base en las diferentes unidades de población, se ha dividido en siete zonas, que a su vez se dividen en subzonas. Las zonas estudiadas por las unidades del INAPESCA son: Zona 10 (Ensenada); Zona 50 (La Paz); Zona 20 (Guaymas); Zonas 30,40 y 60 (Mazatlán, Sin. y Bahía de Banderas, Nay.).

El área de estudio para este trabajo, se localiza entre los 29° y los 31°40' latitud N y 112° 30' 114°50' longitud W. Comprende las áreas conocidas como Norte del Golfo de California (NGC) y Alto Golfo de California (AGC), de acuerdo al INAPESCA como zona 10 (Figura 14). Con una profundidad promedio de 200 m, el NGC está limitado al sur por la Isla Ángel de la Guarda e Isla Tiburón y se extiende al norte hasta la desembocadura del Río Colorado (Lavín *et al.*, 1997a).

Por sus características oceanográficas, la parte más norteña ha sido nombrada como el AGC (Lavín *et al.*, 1998). Esta parte del Golfo comprende desde la desembocadura del Río Colorado hasta la línea imaginaria entre San Felipe, Baja California y Punta Borrascosa, Sonora. Por las características de salinidad, el AGC se ha considerado como un enorme antiestuario (Álvarez-Borrego y Galindo-Bect, 1974; Álvarez-Borrego *et al.*, 1975; Lavín *et al.*, 1998). En períodos de intensas lluvias y deshielos anormales en la cuenca del río Colorado (en Estados Unidos), el flujo de agua dulce se incrementa debido al desfogue

de las presas construidas río arriba, cambiando las condiciones del AGC a condiciones estuarinas (Nieto-García, 1998; Lavín y Sánchez, 1999).

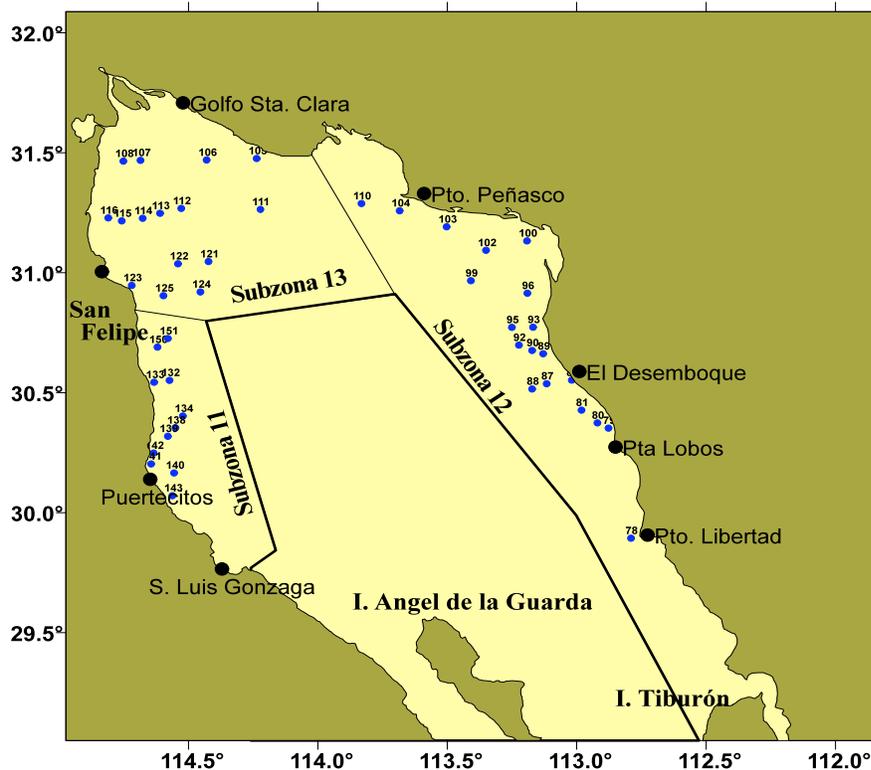


Figura 14. Zona de muestreo biológico de camarón en el AGC (zona 10)

En junio 10 de 1993 fue decretada la Reserva de la Biósfera Alto Golfo y Delta del Río Colorado con una superficie de 934,756.25 ha ubicadas en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California en los Municipios de Mexicali, Baja California y San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco, Sonora. Tiene una zona núcleo denominada “Delta del Río Colorado” con una superficie de 164,779.75 ha y una zona de amortiguamiento con una superficie de 769,976.50 ha (Fig. 15). Con este decreto, la reserva quedó incluida dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP).

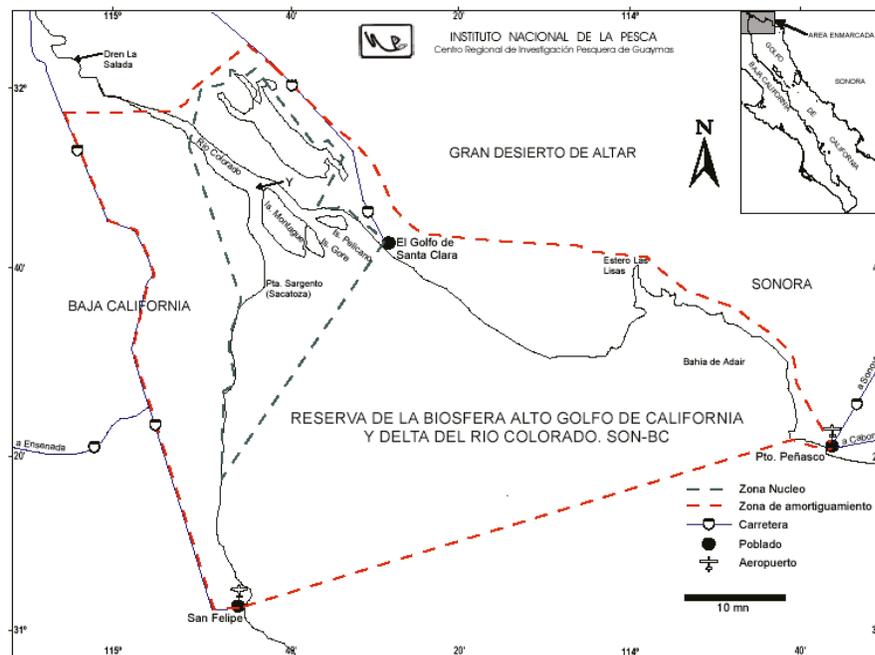


Figura 15. Delimitación de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y zonas de desembarque de camarón.

El Programa de Manejo de la Reserva fue oficialmente presentado en 1995 e instrumentado con los Programas Operativos Anuales de 1996 y 2000, es administrada y manejada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT. En 1996 se inició operación de la estación de campo del Golfo de Santa Clara en coordinación con el Gobierno del Estado de Sonora. La Comisión es una instancia desconcentrada de la SEMARNAT establecida el 5 de junio del 2000 y regida bajo el Reglamento Interno de la SEMARNAT (2000). El ordenamiento para la protección de los recursos naturales acuáticos está abordado en la Ley de Pesca, donde el objetivo es garantizar la conservación,

la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros y establecer las bases para su adecuado fomento y administración. El ordenamiento es importante para cumplir las expectativas de conservación de las especies y del ecosistema (Fig.16), sin olvidar los aspectos sociales y económicos de los pobladores del Alto golfo de California, específicamente San Felipe B.C., Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora.

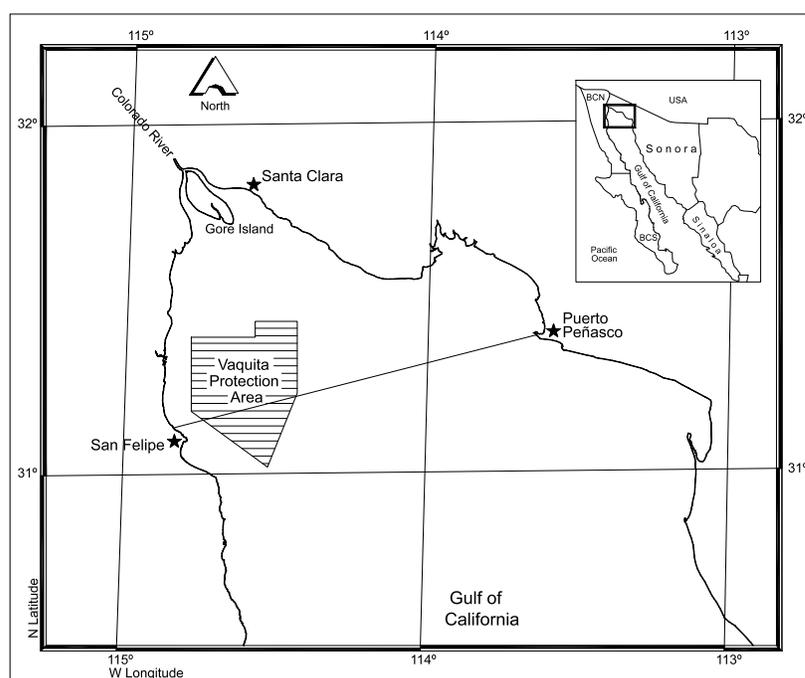


Figura 16. Ubicación del área de refugio de la vaquita marina en el Alto Golfo de California.

## **2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA Y BASE DE DATOS**

### **2.2.1. DATOS BIOLÓGICOS PESQUEROS**

Se trabajó a partir de la base de datos del INPESCA, con la información obtenida de los “Avisos de arribo”. El aviso de arribo es un documento que se reporta por el permisionario a la oficina de pesca, la captura obtenida por especie durante viaje de pesca o una jornada de trabajo. En este formato se incluyen datos sobre precio de playa, lugar de captura, entre otros, que los permisionarios del camarón deben entregar a las autoridades de la oficina de pesca de la localidad y en los puertos de desembarque localizados sobre en el Alto Golfo de California. Se contó con la información de tallas comerciales y precios de las tallas en el mercado internacional. Esta información proviene de las bases de datos denominada “maquilas”. La información de maquila se obtuvo de las empresas maquiladoras de la zona de trabajo, y de las la empresas comercializadoras (Ocean Garden, Orient Fisher). La información es la captura de cada barco por cada viaje separada por especie y tamaño de camarón, pero agrupado de acuerdo al número de colas que suman un total de una libra, las categorías son las siguientes U8, U10, U15, U16-20, U21-25, U26-30, U31-35, U36-40, U41-50, U51-60, U61-70, U71-80 y 80 over.

### 2.2.2. MUESTREO BIOLÓGICO

Se realizaron muestreos de camarón para las etapas de juvenil, subadultos y adultos abordo de embarcaciones menores, durante la pleamar y la bajamar. Durante la veda se establecieron estaciones en ambas costas frente a San Felipe y del Golfo de Santa Clara como sitios de captura, los muestreos se realizaron de manera simultánea utilizando una red de arrastre “chango”, ya que es un arte de pesca que no es selectiva para tallas. Se registró el tiempo de cada uno de los arrastres. Los muestreos se realizaron con base en las mareas. Los datos se obtuvieron del calendario de mareas (MAR V 0.4) obtenido del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE, 2000-2009). Se utilizó como referencia la marea de San Felipe B.C., y El Golfo de Santa Clara, Sonora. Durante los días de muestreo las colectas se efectuaron, trabajando durante la bajamar y la pleamar.

También se realizaron muestreo en altamar en estaciones definidas, las muestras obtenidas en cada arrastre fueron separadas de manera individual en bolsas, etiquetadas y se les realizó un muestreo biológico y los datos se registraron en las bitácoras. Se realizó la identificación de los organismos utilizando las claves propuestas por Pérez-Farfante (1988) y Hendrickx *et al.* (1995). Posteriormente, se separaron por sexos y después por grados de madurez. Para la biometría de los organismos se consideró; la longitud total (tomada desde la parte distal del rostro a la parte distal del telson con una precisión de 1 mm), longitud abdominal (una vez removida la cabeza desde el borde remanente del abdomen hasta la parte distal del telson con una precisión de 1 mm). A partir de las mediciones del muestreo biológico se obtuvieron las distribuciones mensuales de frecuencia de tallas, en función de

sexo y estadio de madurez. El grado de madurez gonádica de las hembras se determinó según la escala morfocromática propuesta por Barreiro-Güemes (1986) (tabla I).

Tabla I. Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras del género *Litopenaeus* (Barreiro-Güemes, 1986).

GRADO	ETAPA	COLORACIÓN	ASPECTO MACROSCÓPICO
I	Inmadurez	Transparente	Delgada confinada al abdomen
II	Madurando	Crema	Más gruesa, lóbulos cefalotorácicos incipientes
III	Maduras	Naranja	Muy gruesa, y granulosa, ocupa todo el cefalotórax
IV	Desovadas	Transparente	Flácida y delgada

Los grados (I al IV) hacen referencia a la etapa de la madurez en que se encuentran las hembras, los machos se consideraron maduros una vez que se había formado el petasma por la unión de los endopoditos del primer par de pleópodos, cuando estaban separados se consideraron inmaduros (Pérez-Farfante, 1988).

Los muestreos en plantas procesadoras, se realizaron en las plantas maquiladoras en el momento que se descargó la captura. El procedimiento consistió en tomar al azar una muestra de aproximadamente 5 kg. Los objetivos de este muestreo fueron estimar la composición de especies, sexo, longitudes (sin cabeza) y madurez gonadal. Adicionalmente se registró la captura total del barco, días de pesca y zona de captura.

Con base en la media, desviación estándar, proporción de sexos y la suposición de una distribución normal de pesos abdominales en cada una de las categorías comerciales en que se divide la captura, se estimó el número total de organismos por sexo y unidad de peso

abdominal. Las estimaciones se realizaron con la abundancia de cada categoría comercial y la probabilidad de cada unidad de peso dentro de cada. Este procedimiento consiste obtener la suma de todos los elementos de la distribución normal en cada categoría comercial.

La división de la captura total, por cada categoría comercial, entre la suma de todos los elementos de la distribución normal, da un factor de conversión para cada categoría, que multiplicado por la probabilidad de aparición de cada categoría, refleja la proporción de peso correspondiente a dicha unidad. La desviación de esta proporción de la captura por unidad de peso abdominal, entre el peso del abdomen, da la estimación del número de organismos por unidad de peso en cada categoría comercial, la suma de todos los organismos estimados por unidad de peso por categoría comercial representa el número total de cada clase.

Con los registros de captura mensual por categoría y el esfuerzo pesquero aplicado, se calculó la captura por unidad de esfuerzo total mensual de la pesquería de camarón. Posteriormente, las tasas de crecimiento en la fase adulta se compararon y combinaron con la tasa de crecimiento en los juveniles para obtener estimaciones más adecuadas del crecimiento en sus estadios.

### **2.2.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL**

Los objetivos del muestreo son estimar la abundancia relativa para la especie, en términos de kg/hora de arrastre, distribución batimétrica, además de la toma de datos ambientales como la temperatura y salinidad del agua de mar. El muestreo se realizó en barcos de investigación y en barcos camaroneros de la flota comercial.

La abundancia relativa fue determinada por el método de área barrida similar al descrito en Sparre y Venema (1995), expresada en este trabajo como número de organismos por hectárea (org/ha)

$$A = (c/a) \times h$$

donde: A = número de org/ha, c = tamaño de la captura en cada arrastre (número de organismos), a = total del área muestreada en m<sup>2</sup> (abertura de la red de arrastre (m) multiplicada por la distancia recorrida (m) y h = 10,000 m<sup>2</sup>.

Se utilizó h como factor de conversión de metros cuadrados a hectáreas. La abertura de la red de arrastre es considerada como la distancia horizontal que existe entre las puertas del arte de pesca cuando éste se encuentra operando. Se consideró el área de arrastre constante ya que el tiempo, la velocidad y la abertura de la red se consideraron constantes en este estudio. La distancia recorrida se calculó a partir de la siguiente ecuación.

$$d = v \times t$$

donde: d = la distancia recorrida (m), v = la velocidad (0.51 m x s<sup>-1</sup>) y t = tiempo de arrastre.

Se calculó la abundancia (org/ha) y la distribución de la longitud promedio de tallas para realizar mapas de distribución y abundancia mensual con el método de interpolación de “kriggin”, el cual está incorporado en el programa computacional Golden Software, v. 8.0.

Los muestreos de camarón de altamar en veda se realizaron en cruceros de julio y agosto del año 2007 y 2009. El procedimiento consistió en arrastres de 1 hora en una red de estaciones previamente establecida en cada zona, en cada estación se registró la ubicación geográfica al iniciar el arrastre, la profundidad, la velocidad del barco, el peso total de la captura y se separaron cinco kilos o toda la captura en caso de ser menor. Se separaron por especie, se midió la longitud total, se determinó el sexo y el grado de madurez gonadal. La fase de madurez considerada para las hembras fueron inmadura, madurando o en desarrollo, madura y desovada.

Los muestreos en ribera se efectuaron también en una serie de estaciones predefinidas a las que se les dio seguimiento cada año. Las campañas iniciaron el mes de julio y agosto de 2007 y 2009, las fechas cubren el periodo de mareas vivas por localidad de Baja California y Sonora, se finalizó el muestreo la segunda semana del mes de agosto para ambos años. Se obtuvo la distribución y abundancia de camarón en las estaciones de la zona de San Felipe B.,C., y Golfo de Santa Clara Son., con el muestreo de organismos, a bordo de una lancha de fibra de vidrio y motor fuera de borda de 75 HP. Se registró la fecha, hora de inicio y final de la pesca, con el GPS se registró la ubicación geográfica Inicial y final (Latitud N; Longitud W). Temperatura ambiental y del agua de mar ( $^{\circ}\text{C}$ ), y profundidad de pesca en brazas, descripción breve del tipo de fondo (arenoso, fangosos, etc.), y la fauna de acompañamiento.

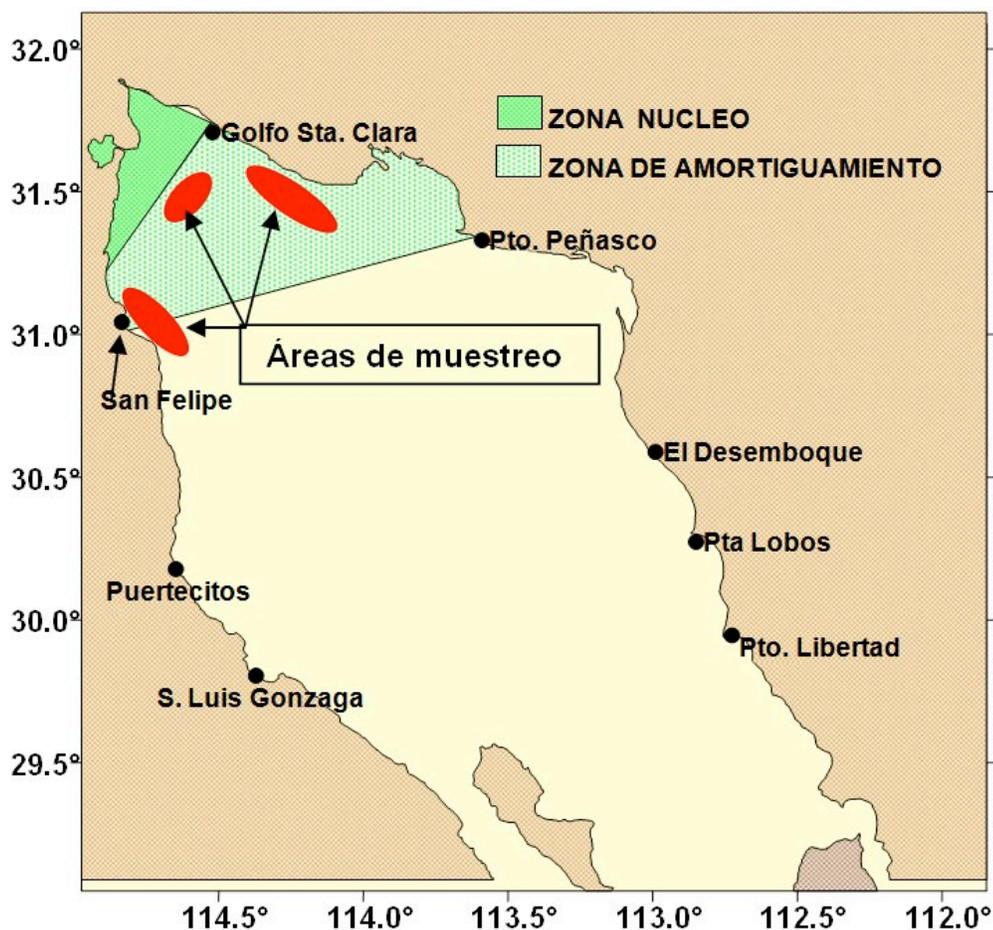


Figura 17. Zona de muestreos de camarón en ribera con embarcaciones menores.

Las operaciones de pesca en lancha, durante los muestreos en veda se realizaron en la subzona 13 (Fig.17), con los siguientes artes y/o aparejos artesanales:

**CHANGO:** El arrastre se realizará de 6 a 9 braza de ancho, 9 metros de longitud y una luz de malla de 1 pulgada. La operación de pesca tuvo de 10 a 15 minutos de duración.

**CHINCHORRO DE LÍNEA:** El uso de este arte de pesca de deriva, es por tiempo y trabaja con la ayuda del flujo de las mareas, para ser recuperado por la proa o estribor.

Posterior a la captura, se separó el camarón de la fauna acompañante (FAC) Al finalizar los trabajos a bordo de la panga las muestras se colocaron en bolsas de plástico rotuladas y

colocadas en hieleras. El muestreo biológico consistió en la identificación de camarón por especie, y por sexo, evolución de la madurez y desove, se mide la longitud total.

Los objetivos son los mismos que en los cruceros en altamar, excepto que la abundancia relativa se expresa en términos de peso y/o organismos por lance o por tiempo de pesca, en función del arte utilizado.

#### 2.2.4. ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA RELATIVA

El índice de abundancia relativa se obtuvo con los kilos obtenidos de camarón por especie en 1 hora arrastre, por el barco camaronero en la red de estaciones para la zona de estudio. Se estimó la densidad del camarón por área de acuerdo con la distribución de Pennington (Pennington, 1996), que describe a una distribución  $\Delta$  (Pennington, 1986, Pennington y Stromme, 1998). Los datos contienen valores de ceros y no ceros, cuando el número de muestras es igual al número de muestras con valores diferentes de cero el estimador supone una distribución log normal. La estimación de los intervalos de confianza es complicada por la distribución asimétrica (Pennington, 1986). El varianza mínima de estimaciones insesgadas de la media (denotadas como  $\tau$  y  $\nu$ ) y su varianza para la distribución  $\Delta$  son dadas por Pennington (1983, 1996) y Madrid-Vera *et al.* (2007) como:

$$\tau \begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} \exp(\bar{y}) G_{\alpha} (s^2 / 2) & \alpha > 1 \\ \frac{X_1}{\lambda}, & \alpha = 1 \\ 0, & \alpha = 0 \end{cases}$$

$$y \left\{ \begin{array}{l} \frac{\alpha}{\lambda} \exp(2\bar{y}) \left[ G_{\alpha} \left( 2s^2 \right) - \left( \frac{\alpha-1}{\lambda-1} \right) G_{\alpha} \left( \frac{\alpha-2}{\alpha-1} s^2 \right) \right], \quad \alpha > 1 \\ \frac{X_1}{\lambda}, \quad \alpha = 1 \\ 0, \quad \alpha = 0 \end{array} \right.$$

donde  $\lambda$  es el número de unidades de muestra,  $\alpha$  es el número de muestras con valores diferentes de cero,  $\bar{y}$  y  $s^2$  son los valores  $\log_e$  diferentes a cero de la media y la varianza de la muestra,  $X_i$  es solo el valor (no transformado) distintos a cero cuando  $\alpha = 1$ , y  $G_{\alpha}(t)$  es una función de  $X$  t  $t$ , donde  $\alpha = \alpha_i$  y  $t = \frac{1}{2} s_{x,i}^2$  (Pennington, 1983: 1986: 1996)

mostrado como:

$$G_{\alpha}(t) = 1 + \frac{\alpha-1}{\alpha} X + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(\alpha-1)^{2j-1} X^j}{\alpha^j (\alpha+1)(\alpha+3)\dots(\alpha+2j-3)j!}$$

La varianza mínima del estimador insesgado de la varianza de la media ( $\text{var}_{est}(c)$ ) es dada por (Folmer y Pennington, 2000)

$$\text{var}_{est}(c) \left\{ \begin{array}{l} \frac{\alpha}{\lambda} \exp(2\bar{y}) \left[ \frac{\alpha}{\lambda} G_{\alpha} \left( \frac{s^2}{2} \right) - \left( \frac{\alpha-1}{\lambda-1} \right) G_{\alpha} \left( \frac{\alpha-2}{\alpha-1} s^2 \right) \right], \quad \alpha > 1 \\ \left( \frac{X_1}{\lambda} \right)^2, \quad \alpha = 1 \\ 0, \quad \alpha = 0 \end{array} \right.$$

Cuando  $\lambda = \alpha$ , el estimador asume una distribución log normal (McConnaughey y Conquest, 1992; Conquest *et al.* 1996). En los datos de cruceros, esta igualdad no fue observada (Folmer y Pennington, 2000).

### 2.2.5 ANÁLISIS DE PROGRESIÓN MODAL

La estimación de las modas observadas en las distribuciones de tallas de las capturas, fueron determinadas a través del análisis de frecuencias de longitud total. Se utilizó una distribución multinomial de acuerdo con la siguiente función de densidad:

$$P\{x_i | n, p_1, p_2, \dots, p_k\} = n! \prod_{i=1}^k \frac{p_i^{x_i}}{x_i!}$$

Donde  $x^i$  es el número de veces que un evento tipo  $i$  sucede en  $n$  muestras,  $n$  es el tamaño de la muestra, y  $p^i$  son las probabilidades separadas de cada uno de los eventos tipo  $k$  posibles. Para la estimación de los parámetros del modelo, es necesario transformar la ecuación en una expresión de verosimilitud, así que la nueva expresión es como sigue:

$$-\ln L\{x_i | n, p_1, p_2, \dots, p_k\} = \sum_{i=1}^n [x_i \ln(p_i)]$$

El principal supuesto para la estimación de los parámetros, es que la distribución de tallas para cada longitud promedio o modal puede ser analizado con una distribución

normal, determinando que cada moda es correspondiente a una diferente cohorte en la población. Bajo esta condición, las estimaciones de las proporciones relativas esperadas de cada categoría de longitud se describieron a partir de la siguiente función de densidad:

$$P_{L_F} = \frac{1}{\sigma_n \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(L_F - \mu_F)^2}{2\sigma_n^2}}$$

Donde  $\mu_F$  y  $\sigma_F$  son las media y la desviación estándar de la longitud total de cada cohorte. De tal forma que para estimar las frecuencias esperadas y estimar los parámetros del modelo, es necesario contrastar los valores estimados y observados a través de la siguiente función logarítmica de distribución multinomial (Haddon, 2001):

$$-\ln L \{L | \mu_F, \sigma_F\} = -\sum_{i=1}^n L_i \ln(\hat{p}_i) = -\sum_{i=1}^k L_i \ln\left(\frac{\hat{L}_i}{\sum \hat{L}_i}\right)$$

En esta expresión los parámetros  $\mu_F$  y  $\sigma_F$  corresponden a las medias y las desviaciones estándar de la longitud total que corresponden a las  $n$  medias que se están presentes en la distribución de longitudes de cada mes. Los parámetros del modelo fueron estimados cuando la función de verosimilitud fue minimizada con el algoritmo de búsqueda directa de Newton (Neter *et al.*, 1996).

### 2.2.6 CRECIMIENTO

La comparación del crecimiento se hizo con las tallas promedio para cada mes y por especie. La longitud de los camarones se comparó con las tallas encontradas en los muestreos realizados. Las longitudes promedio estimadas para cada mes se analizaron estadísticamente.

Las líneas del crecimiento se estimaron con el modelo para estaciones de von Bertalanffy (Pauly, 1987).

$$L_t = L_\infty \left\{ 1 - \exp \left[ -k(t - t_0) - \frac{Ck}{2\pi} \sin(2\pi)(t - t_s) \right] \right\}$$

donde  $L_t$  = longitud en la edad  $t$ ,  $L_\infty$  = longitud asintótica,  $k$  = coeficiente de crecimiento (anual),  $t_0$  = longitud de edad hipotética  $t=0$ ,  $t_s = WP + 0.5$ ,  $WP$  el tiempo del año donde el mayor retraso del crecimiento ocurre, y  $C$  = intensidad de la oscilación del crecimiento.

Para la obtención del coeficiente de crecimiento  $k$ , se utilizó el método de New Shepherd's Length Composition Análisis NSLCA (Shepherd, 1987; Pauly y Arreguín-Sánchez, 1995). Una vez obtenidos los valores semilla se estimaron nuevamente  $L_\infty$  y  $k$  con el método ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis). Finalmente se realizó la comparación de las líneas de crecimiento con el método de phi prima (Sparre y Venema, 1995).

### 2.2.7. RECLUTAMIENTO

El reclutamiento se analizó por progresión modal de las tallas en cada mes (García y Le Reste, 1987). Los autores anteriores en términos operativos la definen como “el seguimiento a lo largo del tiempo de las modas observadas en las distribuciones de tallas de muestras tomadas periódicamente de las capturas”. En las cuales se identificaron las tallas más pequeñas presentes en las capturas.

Los máximos del reclutamiento se calcularon como aproximaciones definidas por las modas, la información fueron las frecuencias de tallas capturadas. El análisis requiere que se conozcan los valores de longitud infinita,  $L_{\infty}$ , y el coeficiente de crecimiento,  $k$ , de la ecuación que relaciona la de edad-longitud de von Bertalanffy.

En el camarón azul los valores fueron ( $L_{\infty}= 198$  y  $232$  mm;  $K= 0.46$  y  $0.57$  año<sup>-1</sup>) tomados de la publicación de Mathews (1981) y López-Martínez *et al.* (2005).

La talla de reclutamiento ( $L_r$ ) se calculó como sigue (King, 1995).

$$P = \frac{1}{1 + e^{(-r(L-L_r))}}$$

donde  $P$  es la proporción de juveniles reclutados,  $r$  la pendiente de la curva y  $L_r$  es la talla de reclutamiento o longitud a la cual corresponde el 50% del reclutamiento.

### 2.2.8 MODELO DE PRODUCCION

Se uso el modelo dinámico de biomasa de Schaeffer (Hilborn y Walters, 1992) que relaciona la captura total y el esfuerzo de pesca invertido (CPUE), se empleó con el fin de

tener una descripción de la situación general de la pesquería del camarón. El ajuste de una curva parabólica de esta relación permite obtener una estimación del rendimiento máximo sostenible y el esfuerzo óptimo de la pesquería.

En este modelo no se suponen condiciones de equilibrio y representa una ventaja en la evaluación de organismos de ciclo de vida corto como el camarón azul. La expresión del modelo en forma determinística es:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t$$

Donde:  $t$  = tiempo (temporada de pesca),  $B_t$  = biomasa de la población al tiempo  $t$ ,  $B_{t+1}$  = biomasa de la población al tiempo  $t+1$ ,  $r$  = tasa intrínseca del crecimiento de la población,  $K$  = tamaño de la biomasa virgen o capacidad de carga,  $C_t$  = captura al tiempo  $t$ .

### **Estimación del error de observación**

Se supone que el índice  $I_t$  está medido con error, en consecuencia, el índice es estimado como:  $\hat{I}_t = qB_t \exp(v_t)$ , donde  $v_t$  es el error de observación, suponiendo  $v_t \approx N(0, \sigma_v)$  y  $\hat{I}_t = qB_t$  (Punt, 1992; Punt y Hilborn, 1996). La estimación de  $v_t = \ln(I_t) - \ln(\hat{I}_t)$ . Cuando se usó el error de observación, se probó una hipótesis sobre la población, H: La variabilidad en la población fue causada por la incertidumbre del verdadero valor del índice  $I_t$ .

La estimación de los parámetros  $r_0, K_0,$  y  $\delta_0$  dado el índice  $I_t$  (subíndice O es error de observación) fue calculado usando la siguiente función de verosimilitud ( $-\ln L$ ):

$$-\ln L(I|r_0, K_0, \delta_0) = \sum_t - \left[ \frac{1}{2} \ln(2\pi) \right] - \left[ \frac{1}{2} \ln \sigma - \left( \frac{v_t^2}{2\sigma^2} \right) \right]$$

En esta expresión  $\delta$  es una constante llamada “deplete”, que fue usada para estimar la biomasa durante la temporada de pesca con que inicia el análisis (Punt, 1992) y  $\sigma$  es la desviación estándar del error de proceso, que fue estimada usando la siguiente solución analítica para  $\sigma$ , definida como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [\ln(I_t) - \ln(\hat{I}_t)]^2}$$

En la serie de tiempo se consideró que ha habido una evolución en los sistemas de pesca, así como en la experiencia de los pescadores, lo cual influye sobre el coeficiente de capturabilidad y del poder de pesca de la flota. Por consiguiente, el valor de capturabilidad cambia a través del tiempo. Para representar ese patrón de cambio se asumieron las siguientes consideraciones: a) el indicador de abundancia relativa tiene una distribución log normal, b) el indicador de abundancia relativa estimado puede ser expresado como  $\hat{I}_t = qB_t \exp(v_t)$  donde  $v_t$  es el error de observación, c) si el indicador de abundancia relativa  $I$  es el correspondiente a cada año, entonces la capturabilidad para cada año puede

ser expresada como  $q_t = I_t / B_t$ , donde el subíndice t representa el tiempo, d) el valor de capturabilidad de cada año bajo esta condición es variable, lo cual debe ser una obligada condición de las modificaciones en el esfuerzo que cambiaron la CPUE, e) el modelo no trabaja con los valores de capturabilidad de cada año, sino con un promedio dentro de toda la escala de tiempo en la cual se realizó el análisis, y por consiguiente, la expresión que representa el valor esperado de capturabilidad es estimado como:

$$q = \exp\left\{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[ \ln\left(\frac{I_t}{B_t}\right) \right]\right\}$$

Dado que se asumió una distribución log normal del indicador de abundancia relativa, entonces el valor promedio debe ser recalculado por su respectivo valor exponencial. La expresión muestra que la capturabilidad tiene una solución algebraica explícita, que deriva de todos los valores de capturabilidad estimados para cada temporada de pesca, lo cual es un intento por valorar su variabilidad.

De los dos estimadores, se calcularon dos importantes cantidades de manejo; el máximo rendimiento sostenido (MRS),  $MRS = rK/4$ , y la biomasa en la cual se puede alcanzar el MRS, descrita como (BMRS),  $BMRS = K/2$ , mientras que la tasa óptima de explotación HR es  $HR = r/2$  (Punt y Japp, 1994).

## Intervalos de confianza

Para estimar los intervalos de confianza, se utilizó el perfil de verosimilitud (Venzon y Moolgavkor, 1988; Hilborn y Mangel, 1997), ya que estos pueden ser usados para determinar los intervalos de confianza de los parámetros de forma conjunta o individualmente. Los intervalos de confianza para  $n$  parámetros fueron estimados basados en una distribución  $\chi^2$  con  $m$  grados de libertad. Para un sólo parámetro  $p$ , el intervalo de confianza es definido como todos los valores de  $p$  que satisfacen la siguiente condición (Polacheck *et al.*, 1993):

$$IC = 2[L(Y/p) - L(Y/p_{est})] \leq \chi_{m, 1-\alpha}^2$$

Donde  $L(Y/p_{est})$  es el logaritmo de la verosimilitud del mejor valor de  $p$  y  $\chi_{1, 1-\alpha}^2$  es el valor de la distribución chi cuadrada con un grado de libertad a un nivel de confianza  $1 - \alpha$ . Así, el intervalo de confianza al 95% para  $p$  abarca todos los valores de  $p$ , que es dos veces la diferencia entre el logaritmo de la verosimilitud y el logaritmo de la verosimilitud del mejor estimado de  $p$ , que es menor de 3.84 (Kimura, 1981; Polacheck *et al.*, 1993; Morales-Bojórquez, 1999), diferencia entre el logaritmo de la verosimilitud y el logaritmo de la verosimilitud del mejor estimado de  $p$ , que es menor de 3.84 (Kimura, 1981; Polacheck *et al.*, 1993; Morales-Bojórquez, 1999).

### 2.2.9 MIGRACIÓN

Se compararon las proporciones de individuos en la zona de ribera y la zona marina del Alto Golfo de California. Se ajustó un modelo logístico por método iterativo utilizando los mínimos cuadrados como criterio de ajuste. Se observó el intercambio de la distribución de frecuencia de longitudes en la ribera se interpreta como un pulso de baja intensidad saliendo del área y el cual se mezcla con organismos adultos encontrados en las zonas adyacentes y más profundas

La talla de migración se calculó comparando las proporciones de tallas de individuos en dos localidades diferentes caracterizadas por los atributos físicos del área en la zona de estudio, en este caso se realizó para ribera y altamar.

La distribución de frecuencia de longitudes se agrupó por mes y por especie, para estimar la longitud promedio en la que los individuos intercambian el habitat. La longitud media de la migración ( $M$ ) se calculó con el siguiente modelo logístico:

$$M = \frac{1}{1 + \left( e^{-a+bX} \right)}$$

donde  $M$  es el porcentaje de la talla;  $a$  y  $b$  son las constantes de ajuste y la razón  $a/b$  es el valor de  $L_{50}$  el cual indica la talla de migración.

### **2.2.10 PROPUESTA DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN**

Para alcanzar los objetivos del estudio, se parte de la premisa que la estrategia de manejo de camarón en México, establece un procedimiento de evaluaciones continuas donde se estima la biomasa remanente (o escape constante), la época de reproducción y reclutamiento del camarón; los resultados de las investigaciones están a cargo del Instituto Nacional de Pesca y se confrontan con autoridades del ramo y del sector productivo.

En este trabajo las actividades se orientaron a una integración de la información del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) que es la especie que se explota por ambas flotas en esta zona y de las tácticas de manejo de la pesquería de camarón que den sustento y orienten a la pesca hacia la sustentabilidad en el Alto Golfo de California o zona conocida como 10 y de las comunidades de San Felipe, Baja California, el Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora.

Uno de los problemas que enfrenta la explotación pesquera, es que se tenía por mucho tiempo la visión de que el mar y sus recursos eran una riqueza inagotable, sin tomar en cuenta que la capacidad industrial del ser humano podía alterar el ecosistema. Este problema se hace más complejo por los resultados de problemas históricos y la instrumentación de derechos de propiedad y el control sobre el acceso a los recursos pesqueros.

Como un claro reflejo de esta problemática generalizada, la producción pesquera en el Alto Golfo de California, no se ha estabilizado y presenta un considerable aumento en la capacidad pesquera a pesar de programas de manejo ambiental, no esta exento de otras consecuencias por lo que un ordenamiento es necesario.

Con esta preocupación el INPESCA en coordinación con otros sectores interesados ha propiciado estudios para fomentar la conservación en el manejo de las principales pesquerías, promoviendo intereses sociales, económicos.

Uno de los problemas centrales del ordenamiento es como establecer la relación entre aprovechamiento y capacidad de regeneración de los recursos, tema que requiere en la práctica de la determinación de la productividad biológica de cada recurso en su ecosistema y por medio de la administración o estrategia de manejo se traduce en tácticas de manejo, tasa de explotación permisibles y control de esfuerzo pesquero.

En este sentido para atender y proponer soluciones a los problemas actuales de ordenamiento, se requiere hacer uso de la ciencia y la información que la investigación genera para establecer estrategias de ordenamiento, como fundamento esencial en las decisiones de administración.

Se presenta el uso de la metodología en la ciencia pesquera, con modelos cuantitativos, la simulación, el establecimiento en puntos de referencia, y la consideración del riesgo en la toma de decisiones para el manejo del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), que sus resultados puedan ser reproducibles y predictivos, en busca de enfoques que busquen evitar el colapso del recurso y la sobrecapitalización en la actividad productiva Hilborn *et al.*, (2005)

Bajo el supuesto del modelo de Schaeffer, la relación entre el esfuerzo de pesca la intensidad de la misma y el rendimiento expresado en biomasa capturada, el objetivo fue obtener la máxima captura, estimar biomasa y punto de referencia, el Rendimiento Máximo Sostenible, para presentar una alternativa de manejo compartido por cuota de captura para

camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) en el Alto Golfo de California o zona 10 (García-Juárez *et al.*, 2009).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. CAPTURA DE CAMARÓN EN EL AGC

Se presentan los resultados obtenidos durante las temporadas de captura de camarón 1987-1988 a 2006-2007 en el Alto Golfo de California, se consideran las dos especies de camarones peneidos que fueron capturados en la zona de estudio, camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), y camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*). Se observó un incremento de capturas en la dos últimas temporada 2005-06 y 2006-07 con respecto a las anteriores; los valores son toneladas de peso abdominal o peso cola.

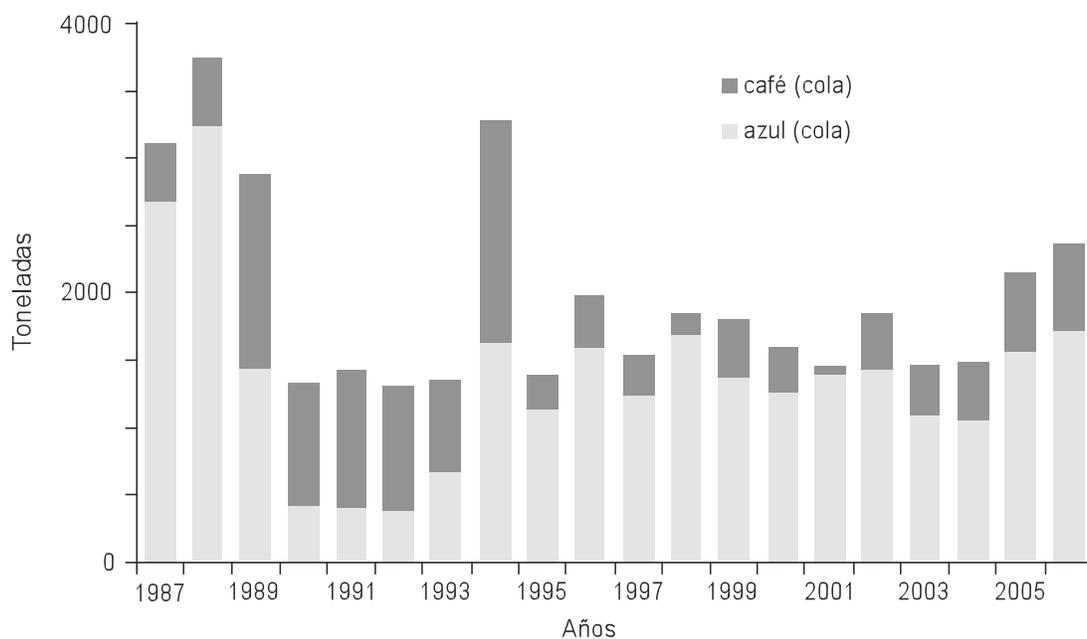


Figura18. Promedio de la producción de Camarón café (*Farfante californiensis*) y Camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) durante las temporada de pesca 1987-88 a la 2006-07 del alto Golfo de California.

La captura de los últimos 20 años se puede dividir en dos periodos. Los primeros 10 años presenta variabilidad entre temporadas y los últimos 10 una estabilidad en promedio (Fig. 18).

Se estimaron los promedios mensuales de las temporadas de estudio con los reportes de producción. Los camarones peneidos muestran que el 86 % del total es capturado en los meses de septiembre a diciembre de la temporada de pesca, la abundancia disminuye drásticamente a partir de enero. (Figura 19). Existen otras especies con bajo valor comercial como los camarones roca son capturados hasta en un 91 % en los meses de marzo y abril.

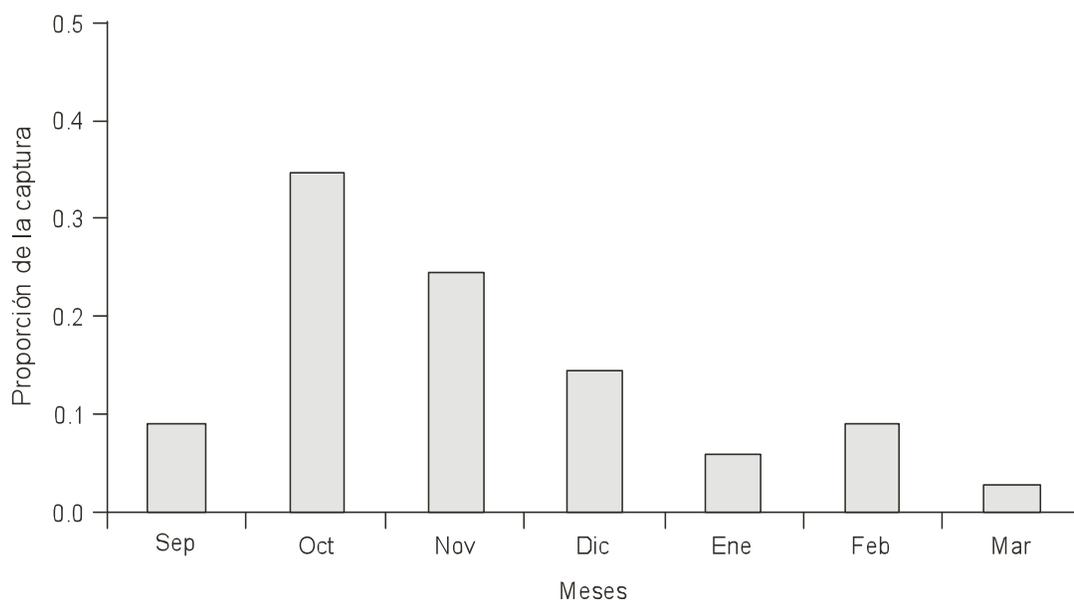


Figura 19. Estacionalidad de la captura de camarón en el Alto Golfo de California.

Las proporciones de producción incluyen reportes de las dos flotas que capturan camarón en el Alto Golfo de California.

### 3.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Esta especie de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* se encontró distribuida desde la desembocadura del Río Colorado (zona 10), hasta las costas de Nayarit (zona 60).

*Litopenaeus stylirostris* no está uniformemente distribuido en la zona de estudio, es la especie dominante en las capturas provenientes del Alto Golfo de California. Sin embargo, los mejores registros de abundancia relativa (kg/h) para el año 2007 fueron en la zona del sur de Bahía Kino Sonora, zona 20.

Las capturas de camarón azul se realizaron entre 9 y 30 m de profundidad en el Golfo de California, de cada lance se analizaron datos abundancia relativa (kg/h) y la estructura de tallas de *Litopenaeus stylirostris* del Golfo de California, que se representan con histogramas de frecuencias para observar los grupos modales fue de 90 a 250 mm de longitud total y su distribución en la zona de estudio.

El análisis fue realizado con los datos obtenidos en los cruceros de investigación del INAPESCA para el mes de agosto previo a la apertura de la temporada de pesca de 2007-08. En estas campañas de muestreo en agosto de 2007 se consideró la abundancia relativa de camarón azul en el Golfo de California, según el gradiente latitudinal en el Golfo de California.

En el Alto Golfo de California o zona 10, las capturas de camarón azul fueron de 0.1 a 8 kg/hr desde San Felipe Baja California y Puerto Peñasco hasta el norte de Bahía de Kino Sonora, se estimaron dos cohortes en la zona 10, la primera con valores promedio de 108 mm de longitud total y una desviación estándar  $s = 8.4$  y la segunda cohorte con

valores promedio de 220 mm de longitud total y  $s = 13.3$  mm. La primera cohorte fue más abundante que la segunda en la zona 10.

La distribución espacial no estuvo uniformemente distribuida en la costa del sur de sonora o en la zona 20, las capturas de camarón fueron de 0.8 a 5 kg/hr sin embargo el mejor registro de captura en el norte de la zona de estudio de 927 kg/h para ese estudio se presentaron en la zona del sur de Bahía Kino Sonora, zona 20.  $s = 8.8$  y la segunda cohorte con 221 mm de longitud total y  $s = 12.4$  mm. El patrón de abundancia fue similar a los estimados en la zona 10. La primera cohorte fue más abundante que la segunda cohorte. El primer grupo tuvo una abundancia de longitud total para el intervalo de 170 mm de 260 personas y de 185 mm de 247 personas (Fig. 20).

En la zona la costa de Sinaloa o zona 30 fueron mayores las estaciones positivas con relación a la zona 10 y 20 con capturas de 0.1 a 10 kg/hr. La distribución espacial es relativamente homogénea en esta zona de estudio, las mejores capturas se obtuvieron en La Reforma y El Dorado con 50 a 171 kg/hr (Fig. 27). En la zona 30 solo fue estimada una cohorte. El valor promedio fue 192 mm longitud total y  $s = 22.3$  mm. Los intervalos de abundancia y longitud total fueron 170 mm, 185 mm, 200 mm, y 215 mm con abundancia 143, 208, 164, y 121 individuos (Fig. 20).

En el sur de Sinaloa y Nayarit o zona 40 y 60, las capturas fueron de 3 a 8 kg/h. En las estaciones de la zona 40 parte más norteña, fueron negativos los lances para el camarón azul, las mayores concentraciones fueron en las estaciones del sur (Fig. 20). En la zona 40, hubo dos cohortes, la primera cohorte tuvo promedio 148 mm de longitud total y  $s = 4.2$  mm. El valor medio de la segunda cohorte fue 220 mm longitud total y  $s = 13$  mm.

Las abundancias mayores fueron en individuos de 215 mm, 230 mm, y 245 mm longitud total.

En la costas de Nayarit o zona 60 se estimaron dos cohortes. La primera de 127 mm de longitud total y  $s = 11.7$  mm. Y la segunda cohorte con valores promedio de 221 mm de longitud total y  $s = 12$ . Las mayores abundancias fueron en organismos de 215 mm, and 230 mm (Fig. 20).

También se observó reclutamiento en la zona 40-60, pero con valores menores, mientras que en las otras zonas del golfo los reclutas no fueron identificados en los muestreos. La abundancia relativa y el reclutamiento cambiaron con la latitud, y puede inducir diferencias latitudinales en la demografía de la población de camarón.

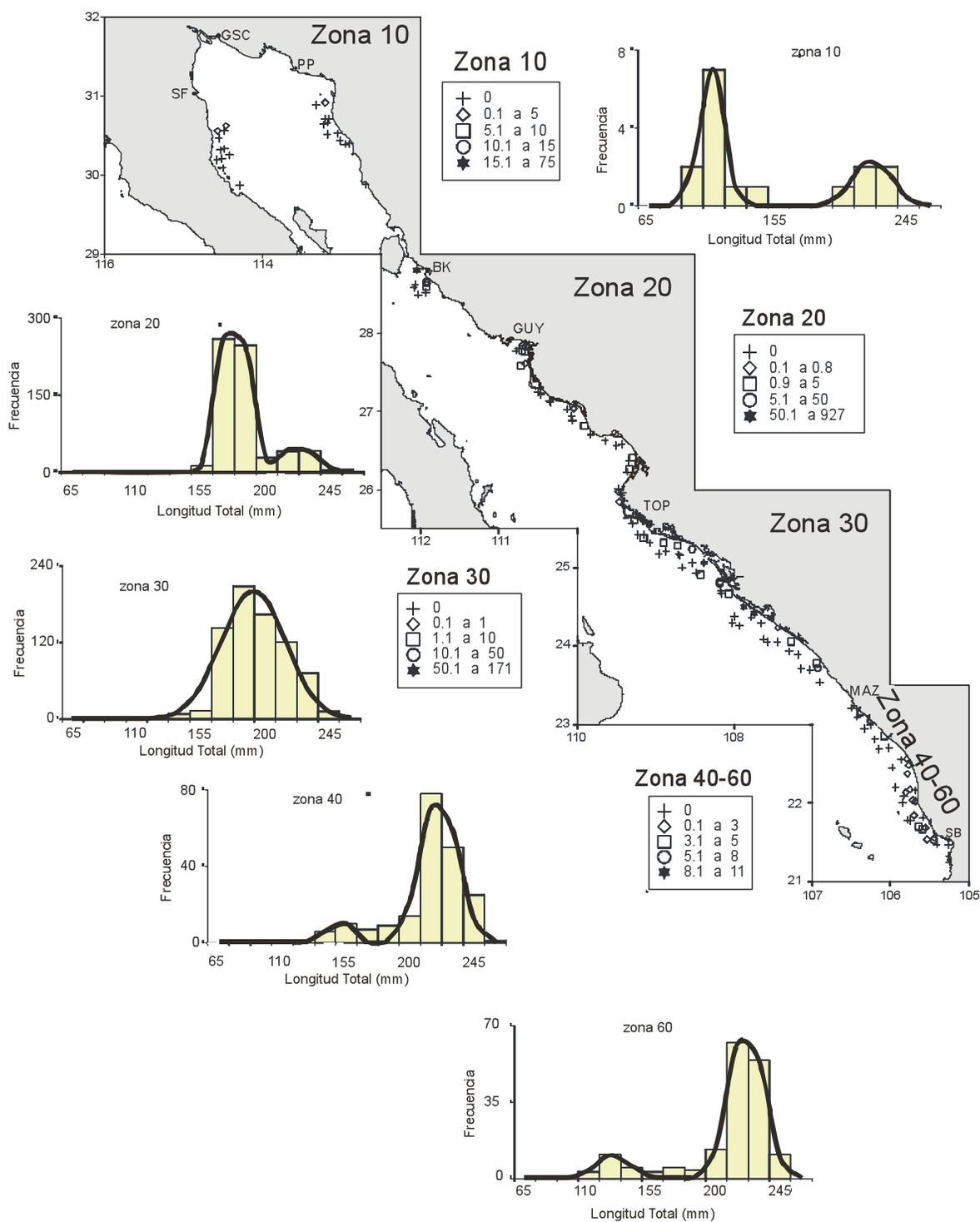


Fig. 20. Distribución espacial y estructura de tallas, observada (barras) y estimada (línea), de camarón azul en el Golfo de California.

### 3.3. DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Las capturas de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* obtenidas en los cruceros de investigación del INAPESCA, para el mes de agosto, previo a la apertura de la temporada de pesca de 2007-08, fueron desde la desembocadura del Río Colorado (zona 10), hasta las costas de Nayarit (zona 60), se realizaron entre 9 y 30 m de profundidad en el Golfo de California, para cada lance se estimó la abundancia relativa (kg/h) de camarón azul, y se calculó por zona de estudio, según el gradiente latitudinal en el Golfo de California. Los mejores registros de abundancia relativa (kg/h) para agosto de 2007 fueron al sur de Bahía Kino, Sonora, correspondiente a la zona 20.

Los resultados de la densidad media estimada con una distribución delta en cada zona se muestran en la figura 28. Se observe un gradiente latitudinal de la densidad media. En la zona 20 se estimó un valor de 13.5 kg/h con un intervalo de confianza entre 5.7 y 21.4 kg/h ( $P < 0.05$ ). En la zona 30 el índice de abundancia relativa fue 19.7 kg/h y el intervalo de confianza de 8.7 a 30.7 kg/h ( $P < 0.05$ ). La zona 40 mostró una disminución en el valor medio de 1.6 kg/h con un intervalo de confianza entre 0.5 y 2.7 kg/h ( $P < 0.05$ ). El valor más bajo índice de abundancia relativa se estimó para San Blas (SB), la zona 60 de 0.6 kg/h con un intervalo de confianza entre de 0.2 y 0.9 kg/h ( $P < 0.05$ ). Los resultados mostraron evidencias de abundancia relativa por gradiente latitudinal, del camarón azul en el Golfo de California durante 2007. En el norte del Golfo las mejores abundancias fueron en Bahía Kino y Guaymas Sonora, zona 20, (Fig. 20) con relación al sur.

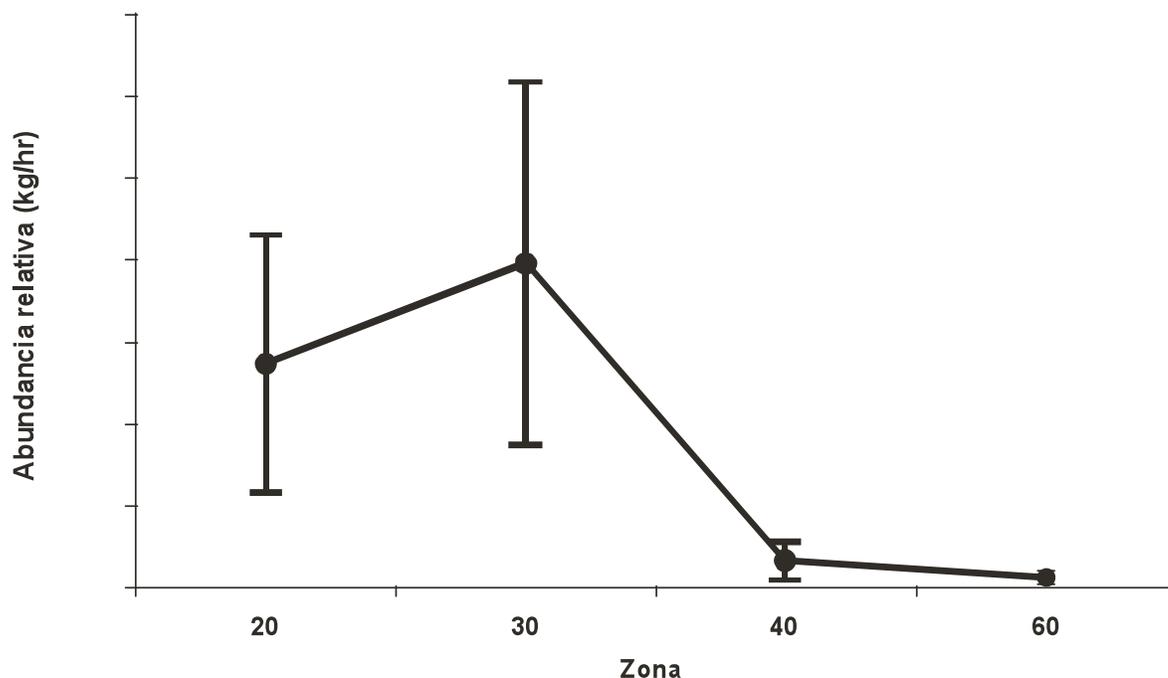


Figura 21. Índice de abundancia relativa de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en diferentes zonas del Golfo de California

Durante julio y agosto de 2009 previo a la apertura de la temporada de pesca de 2009-2010. Se realizaron dos cruceros de investigación, uno de sus objetivos fue estimar abundancia y distribución del camarón azul, en la zona del Alto Golfo de California, el primero fue en un barco de investigación BIP XII y el segundo en un barco comercial ERNESTINA II de la flota de Puerto Peñasco Sonora, se obtuvieron lances para obtener densidades muestrales correspondientes con las estaciones o subzonas del área de estudio; en las figuras 28 y 29 se indican los puntos de muestreo y los registros de abundancia relativa (kg/h) para julio y agosto de 2009.

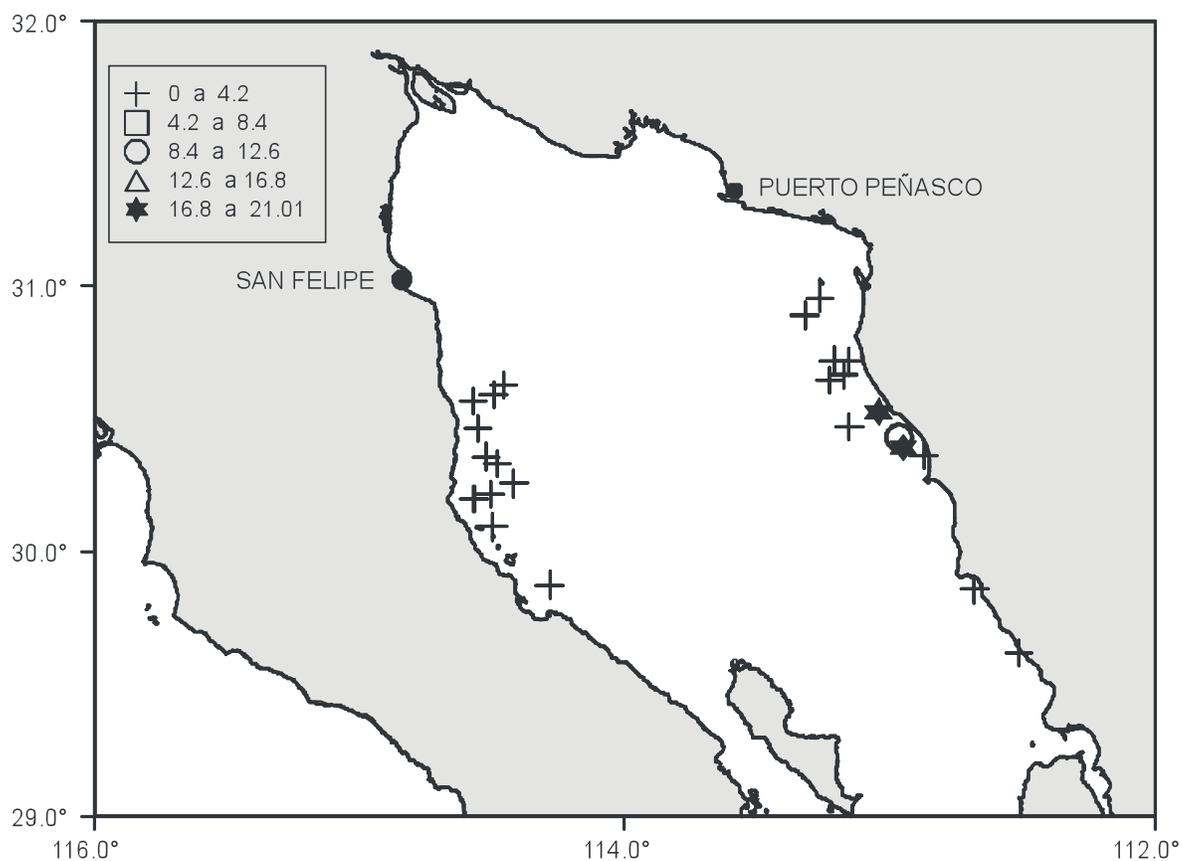


Figura 22. Distribución espacial de camarón azul en aguas marinas, durante el mes de julio de 2009.

Durante el período de muestreo se encontró que en el meses de julio el camarón azul se concentro en la costa de Sonora, se obtuvieron capturas de 1 a 21 kg/hr los mejores registros fueron en el sitio conocido como El Desemboque, al sur de Puerto Peñasco, Sonora, y en menor cantidad al sur de San Felipe la costa de Baja California (Fig. 22).

En el mes de agosto con el mismo recorrido se obtuvieron lances para obtener estimaciones de abundancia relativa (kg/h) para agosto de 2009.

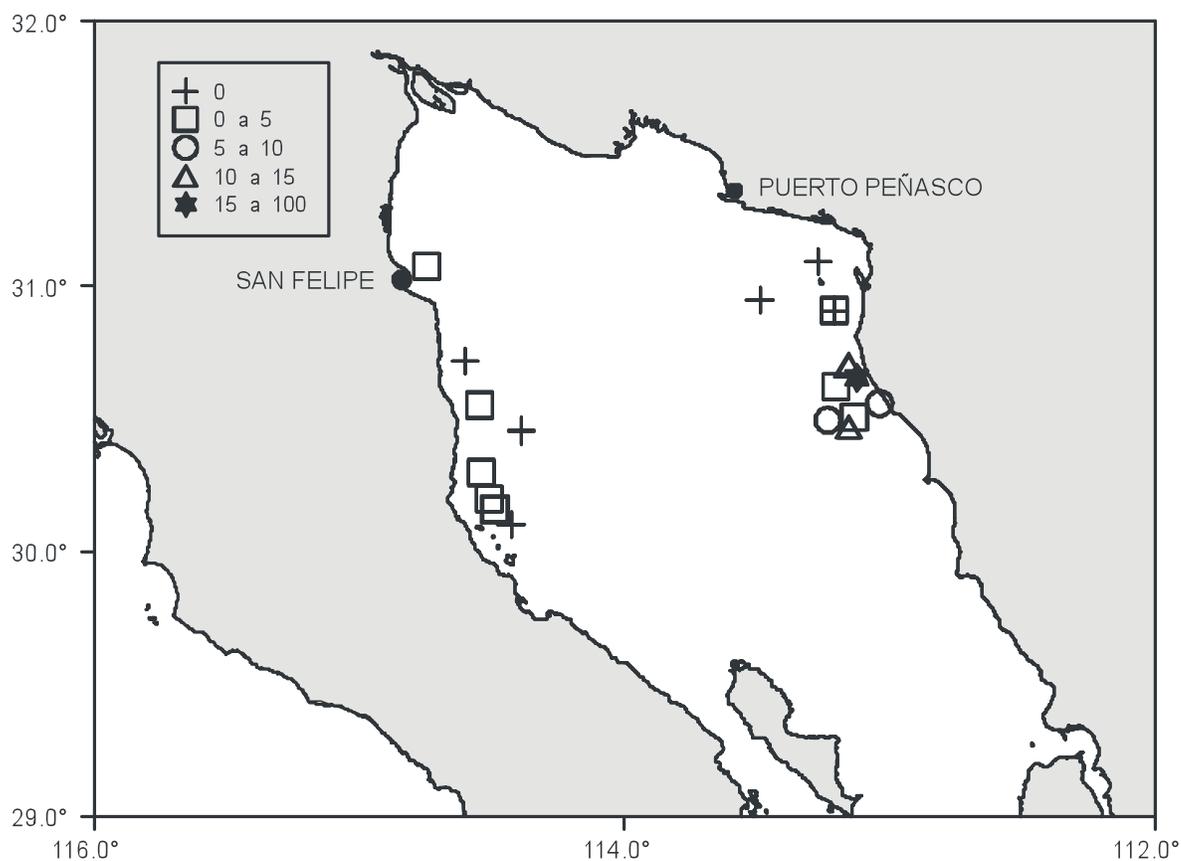


Figura 23. Distribución espacial de camarón azul en aguas marinas, durante el mes de agosto de 2009.

Las capturas fueron de 1 a 180 kg/hr, los mejores registros con las mayores concentraciones del camarón fueron en la costa de Sonora fueron al sur de Puerto Peñasco (Fig. 23), con relación a lo obtenido en la costa de Baja California, al sur de San Felipe.

### 3.4. ESTRUCTURA DE TALLAS DE CAMARÓN

La estructura de tallas anual en el alto golfo de California, se muestra con los datos de frecuencias de longitud total por mes y se estimó una distribución promedio (Fig. 24).

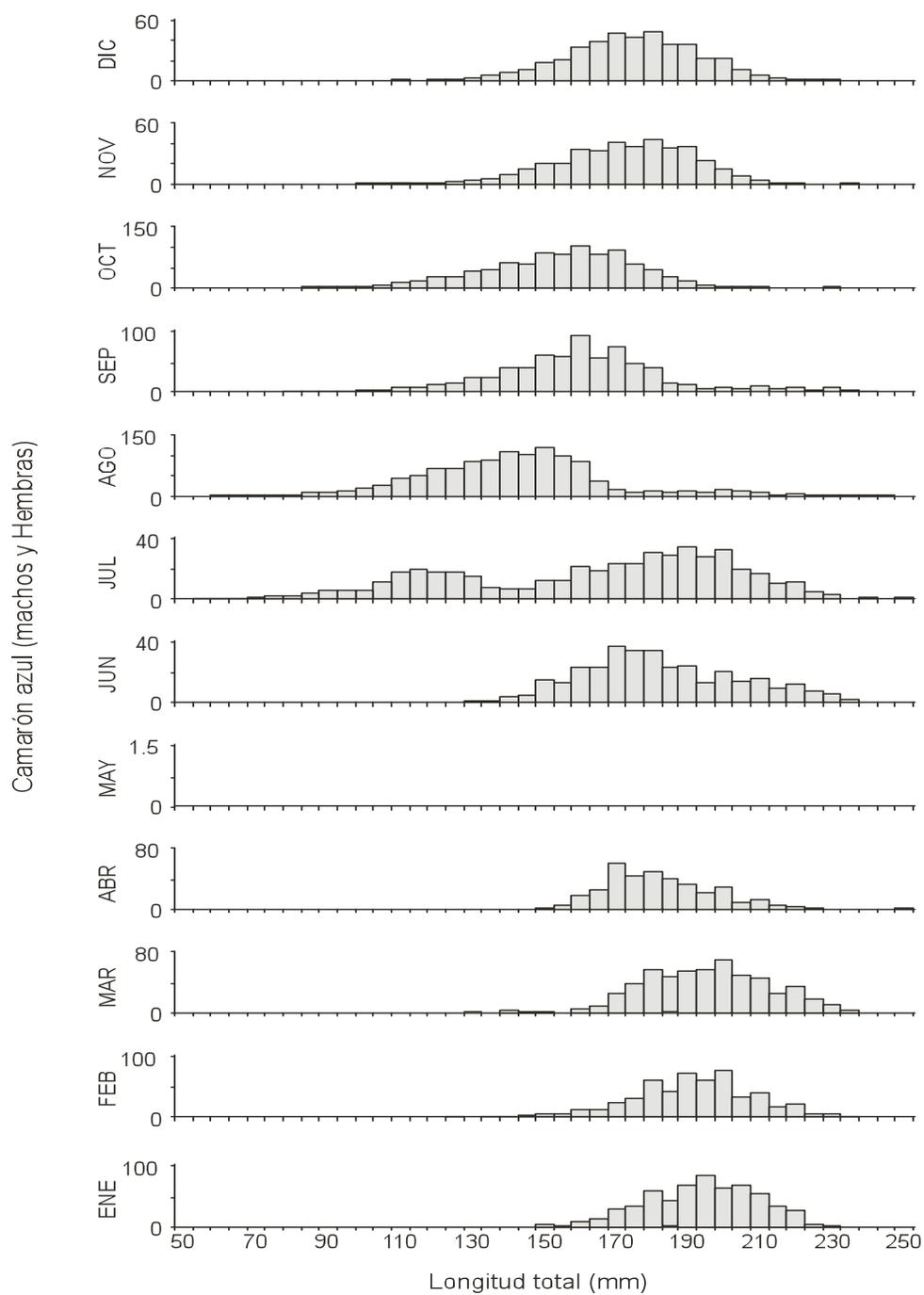


Figura 24. Estructura de tallas del camarón azul (*L. stylirostris*) del alto Golfo de California.

La distribución de frecuencias para el camarón azul (*L. stylirostris*), presentó una variabilidad anual con tallas menores en los meses de julio y agosto cuando se presentan organismos de menor talla o reclutas. Los valores máximos de longitud total se observaron de julio, noviembre y de febrero a marzo. (Figura 24).

De acuerdo a resultados obtenidos en muestreos durante la temporada de pesca, en la captura por una embarcación mayor (barco) y embarcación menor (panga), del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*).es la especie que se capturan por ambas flotas en el Alto Golfo de California.

Con estos resultados se puede afirmar que la red de enmalle o chinchorro de línea es un equipo de pesca selectivo, la especie de camarón que se capturan por pangas en el Alto Golfo de California es el camarón azul la estructura de tallas se representa como una curva estrecha alrededor de los organismos más grandes de 120 a 180 mm de longitud total, dentro del grupo poblacional capturado. La estructura de tallas obtenida por arrastre en embarcación mayor o barco, es una curva más amplia, de 80 a 180 mm de longitud total, con un sesgo hacia los organismos más pequeños, lo cual indica que en la captura obtenida por un barco se incluyen organismos más jóvenes que los capturados por las pangas (Fig. 25).

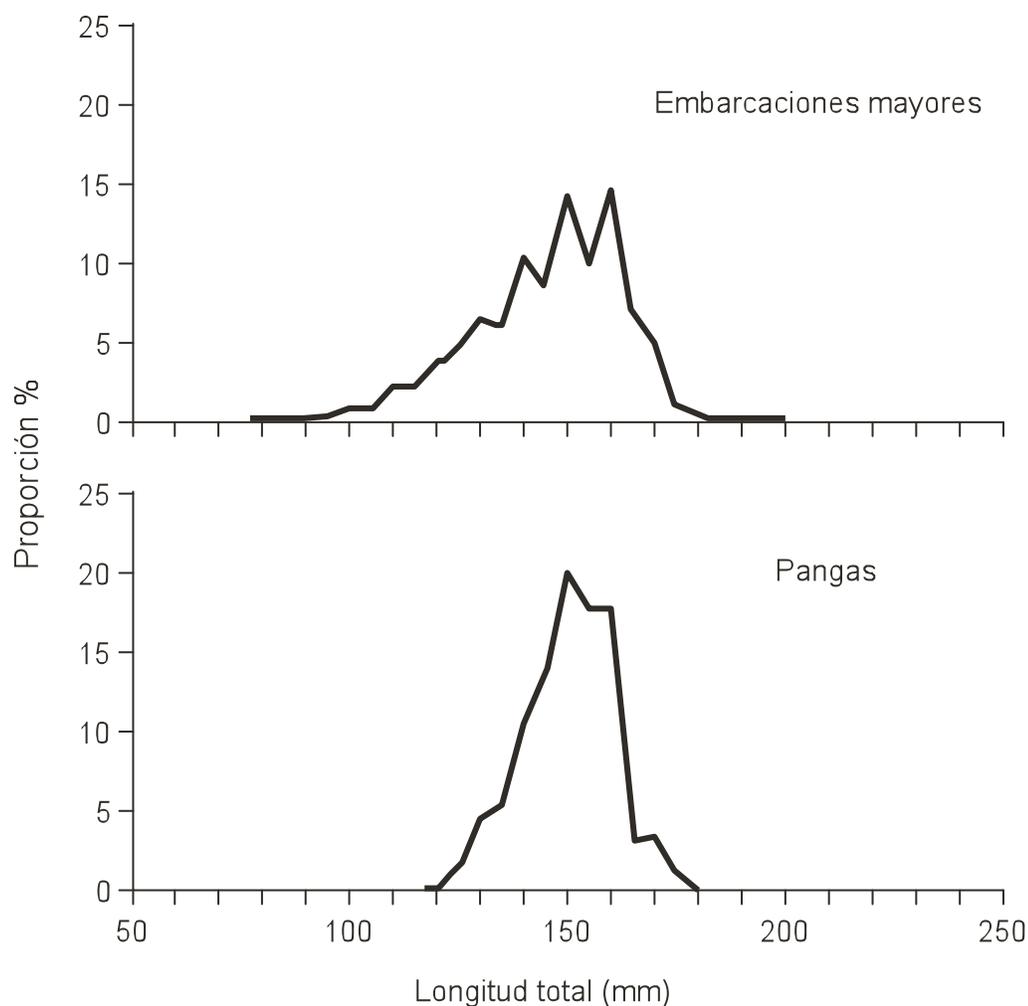


Figura 25.- Longitud de tallas en muestreo en altamar (barco) y zona ribereña (panga), durante la temporada de pesca en el AGC.

En la temporada de pesca 2007-2008 en el Alto Golfo de California, se realizaron muestreos mensuales de la captura en ribera por embarcaciones menores y se obtuvieron las estructuras de tallas de camarón de septiembre a febrero de 2008. Los rangos de tallas se mantuvieron entre 120 a 225 mm de longitud total, los menores intervalos modales se presentaron en septiembre, octubre y noviembre, el mayor de 220 a 225 mm de longitud total fue en diciembre.

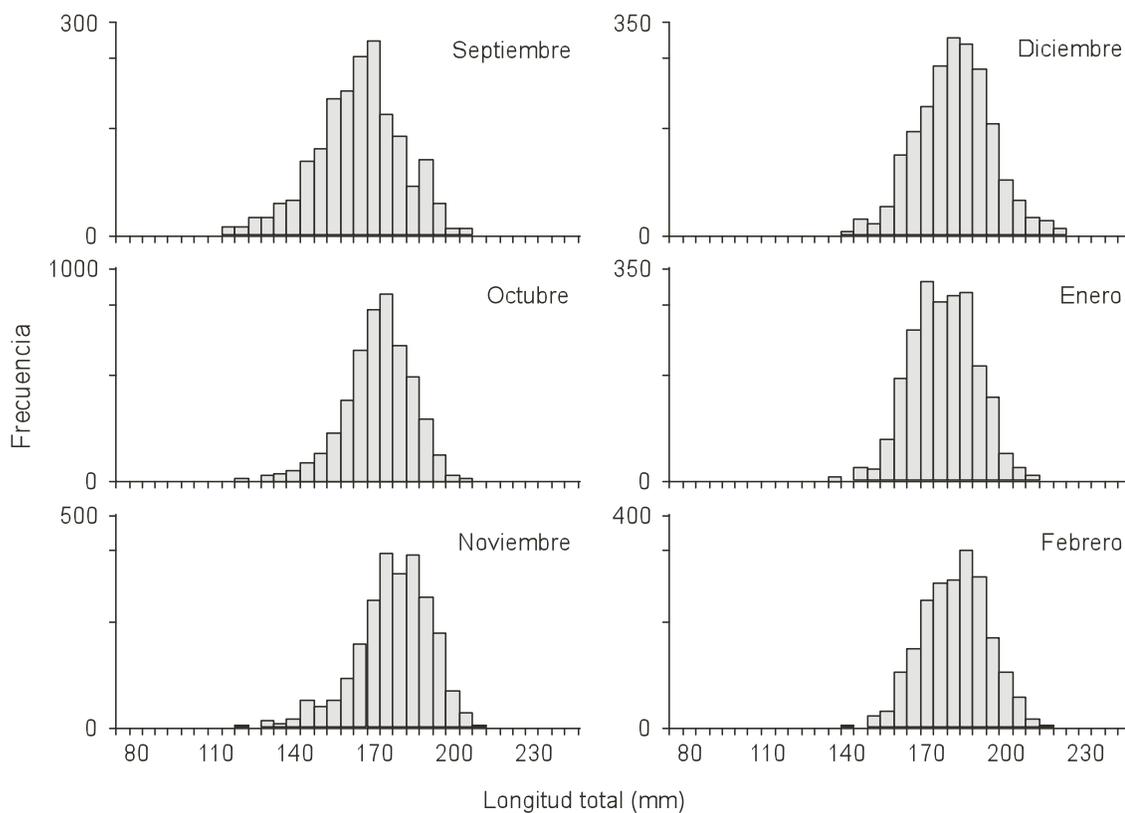


Figura 26. Estructuras de tallas de camarón azul capturados en la ribera del Alto Golfo de California durante 2007.

Durante la veda de 2009 se realizaron campañas en la ribereña, en julio y agosto los muestreos fueron a bordo de embarcaciones menores del Golfo de Santa clara, Sonora y San Felipe B.C., se obtuvieron la estructura de talla de longitud total de camarón azul.

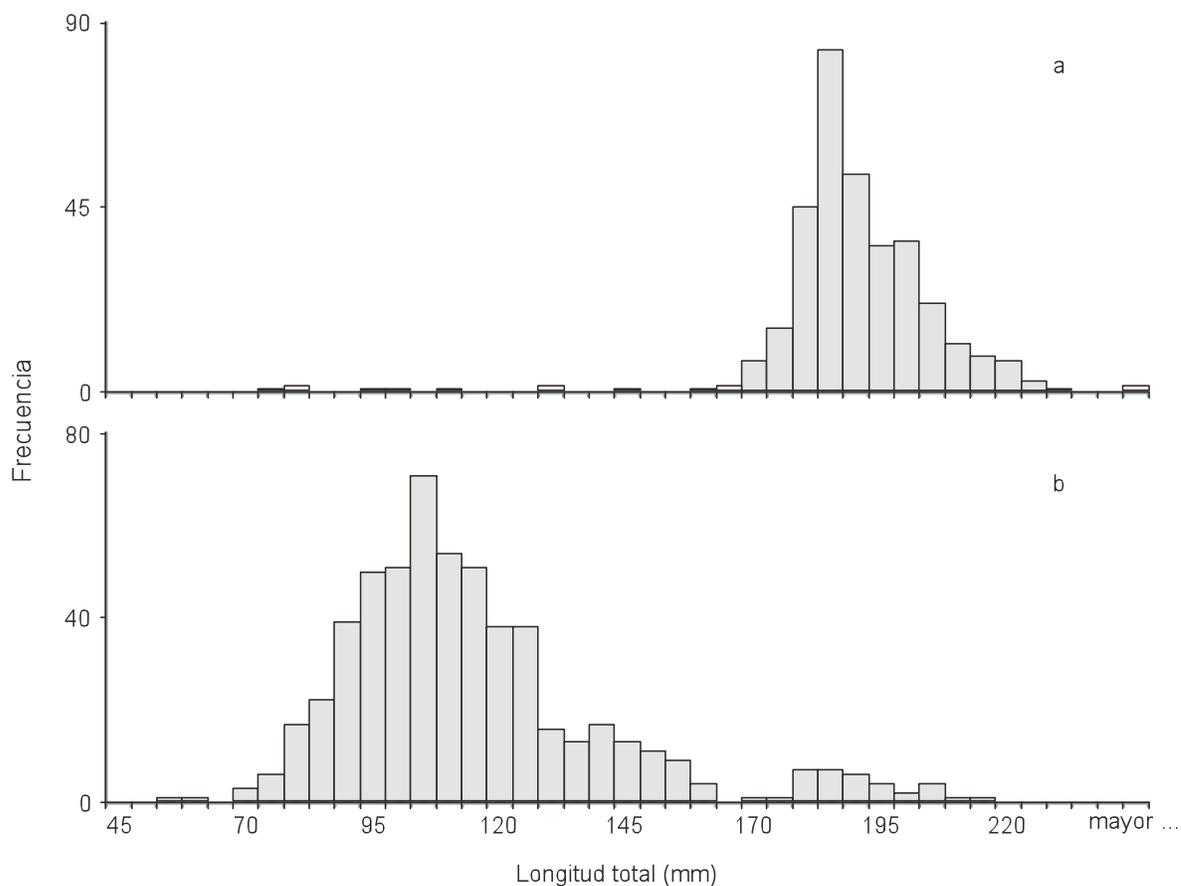


Figura. 27 Estructura de tallas (longitud total en mm) del camarón azul, en los meses de julio y agosto de 2009 en la ribera (Zona 10).

Los rangos de longitud total fueron entre 55 a 250 mm, los menores intervalos modales fueron en el muestreo de agosto y el mayor fue en julio (Fig. 27).

La estructura de tallas y la distribución de longitud total obtenida en alta mar en 2009, se obtuvieron de los dos cruceros en la Zona 10, el primero del 6 al 20 de julio, y el segundo del 7 al 15 de agosto. Los muestreos se realizaron a bordo del buque de investigación “BIP XII” y el B/M Ernestina II, de la flota de Puerto Peñasco Sonora, se muestra la distribución observada de tallas del camarón azul (Fig. 28).

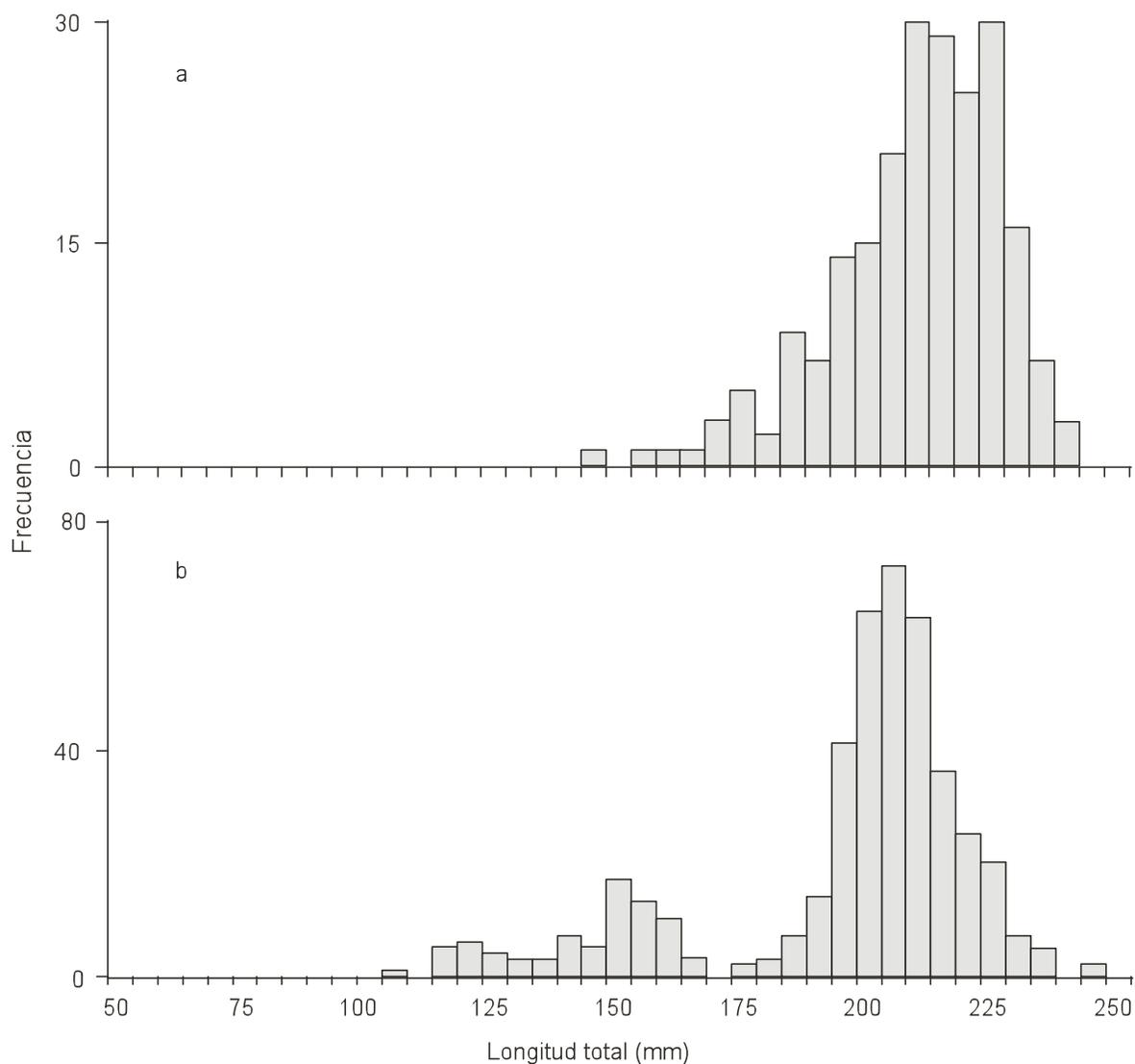


Figura 28. Distribución longitud total del camarón azul en julio y agosto de 2009(Zona 10).

Las frecuencias de tallas del camarón azul, se representa por una amplia distribución de tallas, alrededor de los organismos de 105 a 165 y más grandes entre 175 a 245 mm de longitud total, en agosto fue cuando se incorporaron organismos de menor talla, asumidos como reclutas.

### 3.5 CRECIMIENTO

Para estimar el crecimiento de camarón azul, se acumularon los datos de la estructura de talla medias de los muestreos mensuales, se obtuvieron longitud asintótica y el coeficiente instantáneo de crecimiento. Los datos corresponden a ambos sexos, machos y hembras, se separaron en tres grupos para estimar valores para cálculos. La longitud total de los machos estuvo en el intervalo de 90 a 120 mm.

Se presentan los valores de los parámetros de la curva de crecimiento del camarón azul. del modelo de Bertalanffy para tres grupos de camarones (Tabla II) muestran mínimas diferencias en las curvas de la relación longitud-edad, se encontraron los valores del coeficiente de crecimiento ( $k$ ) para el camarón azul la  $k$  fue de 2.208 a 2.298,  $L_{\infty}$  de 236.10 a 243.51.

Tabla II. Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy ( $k$ = coeficiente de crecimiento (anual),  $L_{\infty}$  = longitud asintótica).

<b>Camarón Azul</b>	<b>Grupo de Datos</b>	<b><math>L_{\infty}</math></b>	<b>Z/K</b>	<b>K</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>Z</b>
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	Promedio mensual anualizado	241.8	2.668	4.21	4.34	6.2	10.57
( Machos y Hembras )	Grupo 1	243.5	2.208	2.81	3.32	3.3	6.67
	Grupo 2	238.2	2.365	1.61	2.32	1.4	3.79
	Grupo 3	236.1	2.298	1.81	2.51	1.8	4.40
34,030	Todos los Datos	239.7	2.223	3.01	3.71	3.2	6.94

Para determinar la variación interanual, se utilizó el índice de funcionamiento del crecimiento del camarón azul en ambos sexos, se muestra la distribución de tallas y curva (línea = calculada) para obtener la edad en meses de camarón el Alto Golfo de California.

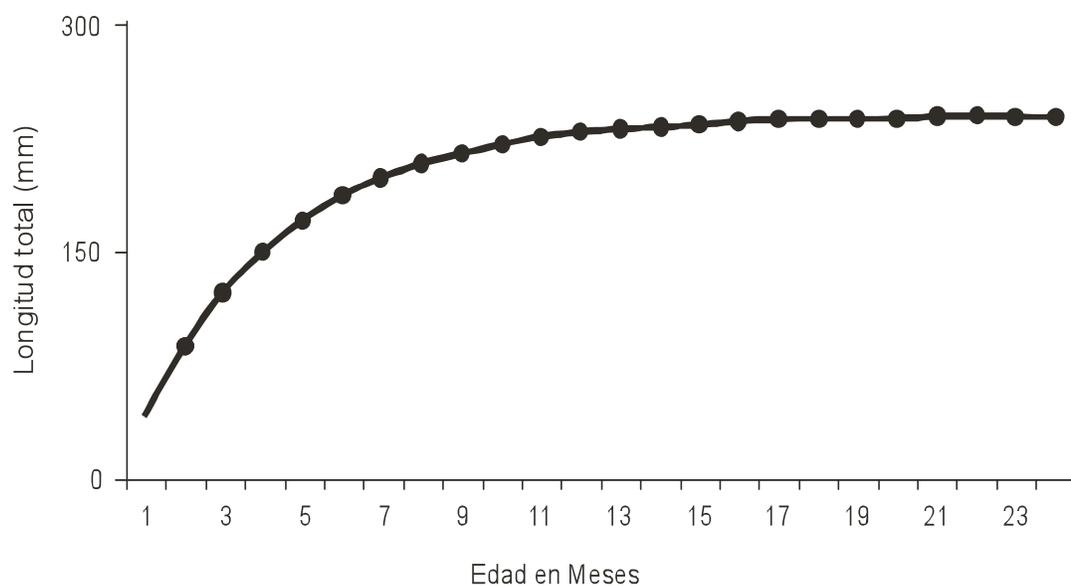


Figura 29. Curva de crecimiento del camarón azul (*L. stylirostris*) en el Alto Golfo de California.

### 3.6 RECLUTAMIENTO

Para determinar las tallas en que los camarones se reclutan en las zonas de pesca del Alto Golfo de California, se presentan los resultados con un reclutamiento a partir de 160 mm de longitud total del camarón azul (*L. stylirostris*).

Se obtuvo el patrón de reclutamiento durante la temporada, los datos de distribuciones de frecuencia de tallas (longitud total) de camarón azul a lo largo del año muestran un máximo reclutamiento el cual varía entre los meses de julio a septiembre (Fig. 30). Este patrón se repitió anualmente con algunas variaciones.

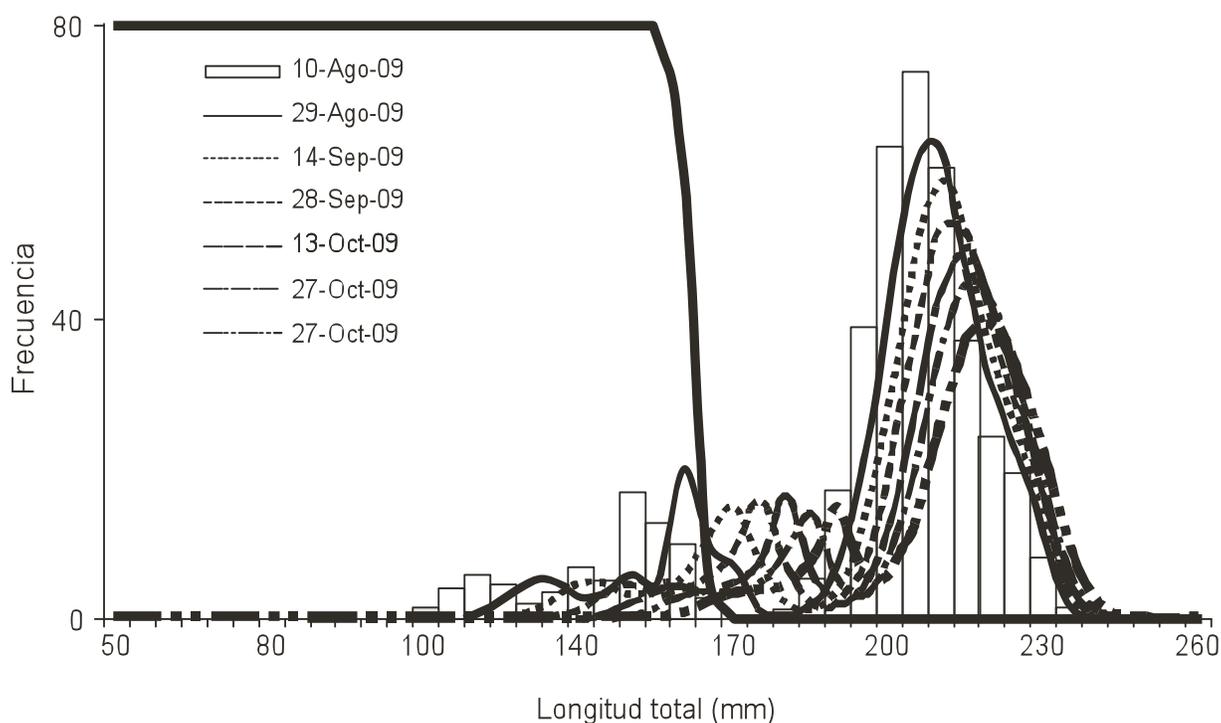


Figura 30. Estimación de talla de reclutamiento de camarón azul, AGC zona 10 (agosto 2009).

Los nuevos reclutas en la plataforma aparecen en el mes de julio y un segundo grupo en el mes de agosto, organismo con tallas desde 110 mm de longitud total. Se observa que la talla calculada para este modelo de 165 mm de longitud total para el reclutamiento (Fig. 30).

### 3.7 MODELO DINÁMICO DE BIOMASA DE SCHAEFER

El proceso de modelación es una representación abstracta del mundo real, la aplicación de un modelo para la pesquería de camarón como primera aproximación para definir puntos de referencia, asume las siguientes consideraciones, en la captura de camarón azul tienen acceso a los componentes del stock, los pescadores de ribera y los de altamar, de tal forma que las capturas que cada pesquería obtiene se extraen de la biomasa de la población total.

La pesquería industrial y la pesquería con chinchorro de línea, ambas constituyen una pesquería paralela al aprovechar el recurso en la misma fase del ciclo de vida.

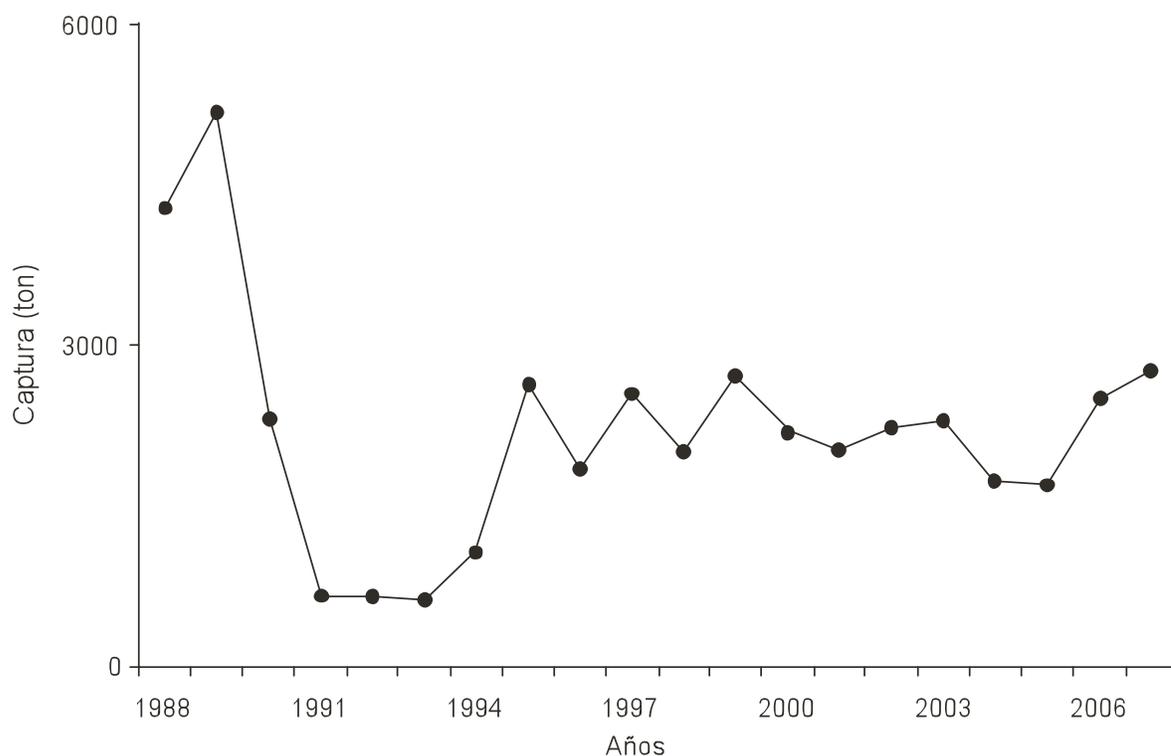


Figura 31. Captura de camarón azul (peso vivo) en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.

El proceso de estimación de parámetros consistió en ajustar simultáneamente dos vectores. Por un lado la captura por unidad de esfuerzo como índice de abundancia (CPUE), y la CPUE observada por la flota en el Alto Golfo de California. Este modelo representa una ventaja en la evaluación de organismos de ciclo de vida corto, no supone condiciones de equilibrio.

Las capturas mayores se obtuvieron en la temporada 1989-90 (figura 29). Después éstas cayeron y permanecieron a la baja durante casi cuatro temporadas de pesca, y aunque se observó una recuperación de la captura, ya no se recuperaron los niveles de 1989-90, que fueron del orden de las 5,000 toneladas. En el periodo más reciente las capturas han oscilado entre 2,000 y 3,000 toneladas (Tabla II).

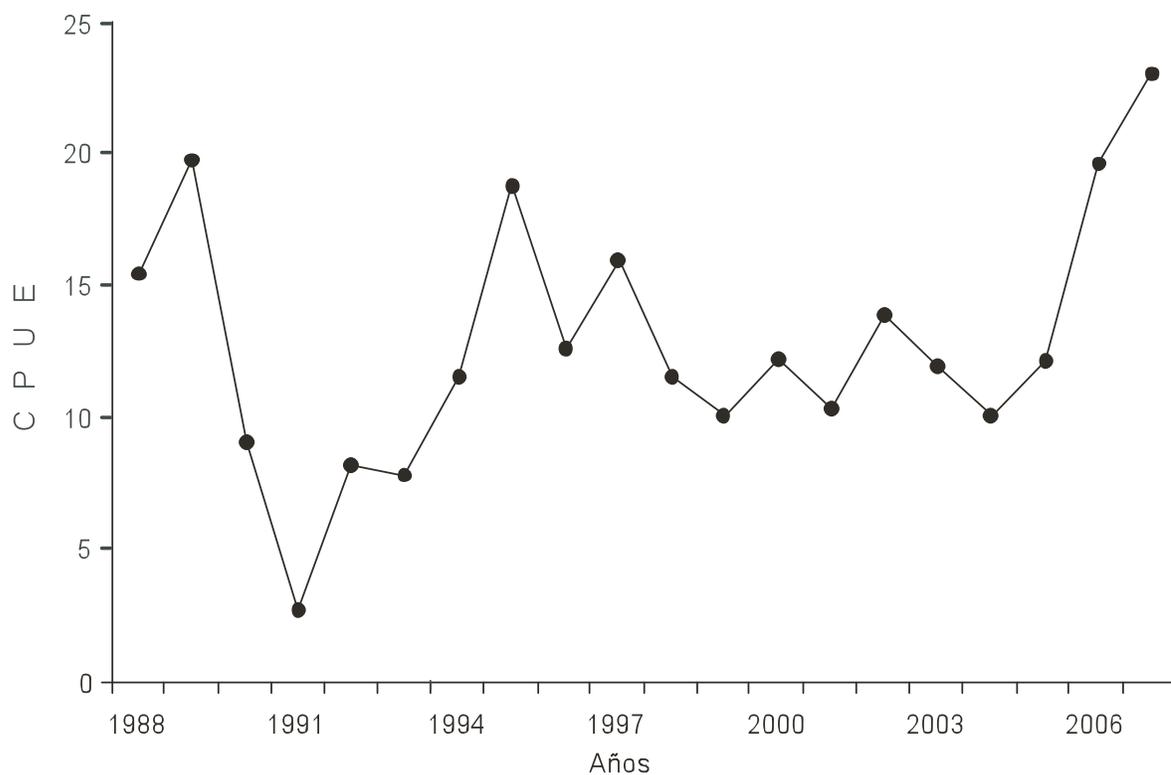


Figura 32. CPUE de camarón azul (peso vivo) en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.

Sin embargo, al analizar la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo se observó que este índice se ha recuperado positivamente, lo cual permite suponer una recuperación en la abundancia si se considera que la CPUE es proporcional a la abundancia. Los valores extremos de la temporada 1999-2000 provocan que la información presente un aparente patrón de ciclos, el cual debiera comprobarse posteriormente (Fig. 30).

El ajuste del modelo dinámico de biomasa a los datos de CPUE muestra que es posible identificar dos periodos: el primero de 1988-89 a 1993-94 con un ajuste adecuado; y el segundo de 1994-95 a 2006-07, que no fue descrito de forma adecuada por el modelo (Fig. 31) mostrando gran variabilidad de la CPUE.

### 3.8 ESTIMACION DE BIOMASA

A lo largo de un año la población de camarón azul, está integrado por diferentes cohortes, cuya biomasa esta determinada por la magnitud del reclutamiento, que varía en función del tamaño del stock reproductor, considerando la duración e intensidad de la reproducción así como las condiciones ambientales del océano. Un componente importante es la biomasa máxima alcanzada en cada cohorte, que depende de la mortalidad natural y por pesca en las diferentes fases del ciclo de vida.

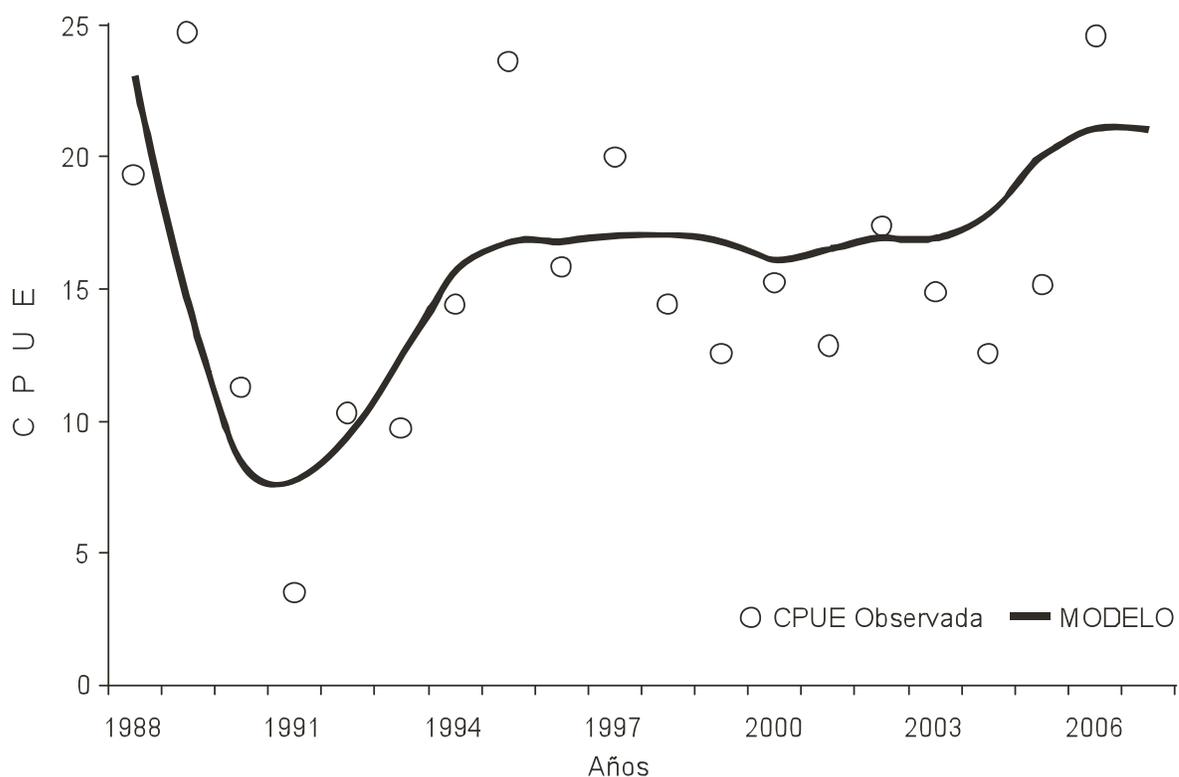


Figura 33. Ajuste del modelo dinámico de biomasa de Schaeffer para los datos de captura por unidad de esfuerzo de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*).

Para el modelo se usó como parámetros  $K = 21,323$  t, con intervalo de confianza de  $\pm 700$  t,  $P < 0.05$ , y  $r = 1.18$  con intervalo de confianza de  $\pm 0.1$ ,  $P < 0.05$ .

Con el ajuste a los datos de captura por unidad, las estimaciones del máximo rendimiento sostenido (MRS) fue de 6,325 t, mientras que la biomasa que permitiría obtener el máximo rendimiento (BMRS) sostenido debe permanecer cercana a 10,662 t.

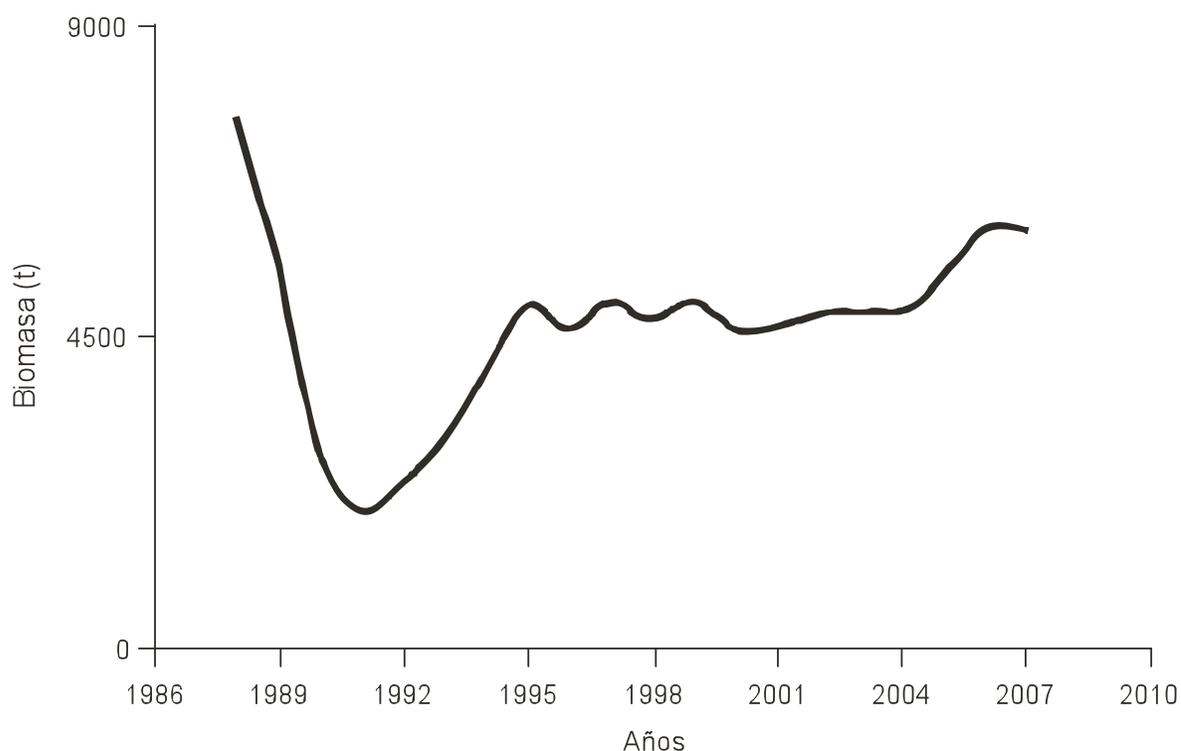


Figura 34. Modelo dinámico de biomasa de Schaeffer para camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*).

La tasa de explotación óptima correspondió a un valor del 0.59 de la biomasa disponible, de acuerdo con los datos históricos de captura de camarón azul (Tabla III), el valor de rendimiento máximo (MRS) es posible alcanzarlo.

Bajo el supuesto de este modelo, con la relación entre el esfuerzo de pesca la

intensidad de la misma y el rendimiento expresado en biomasa capturada, el objetivo fue obtener la máxima captura y estimar biomasa, y el rendimiento máximo sostenible, para camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) en el en Alto Golfo de California.

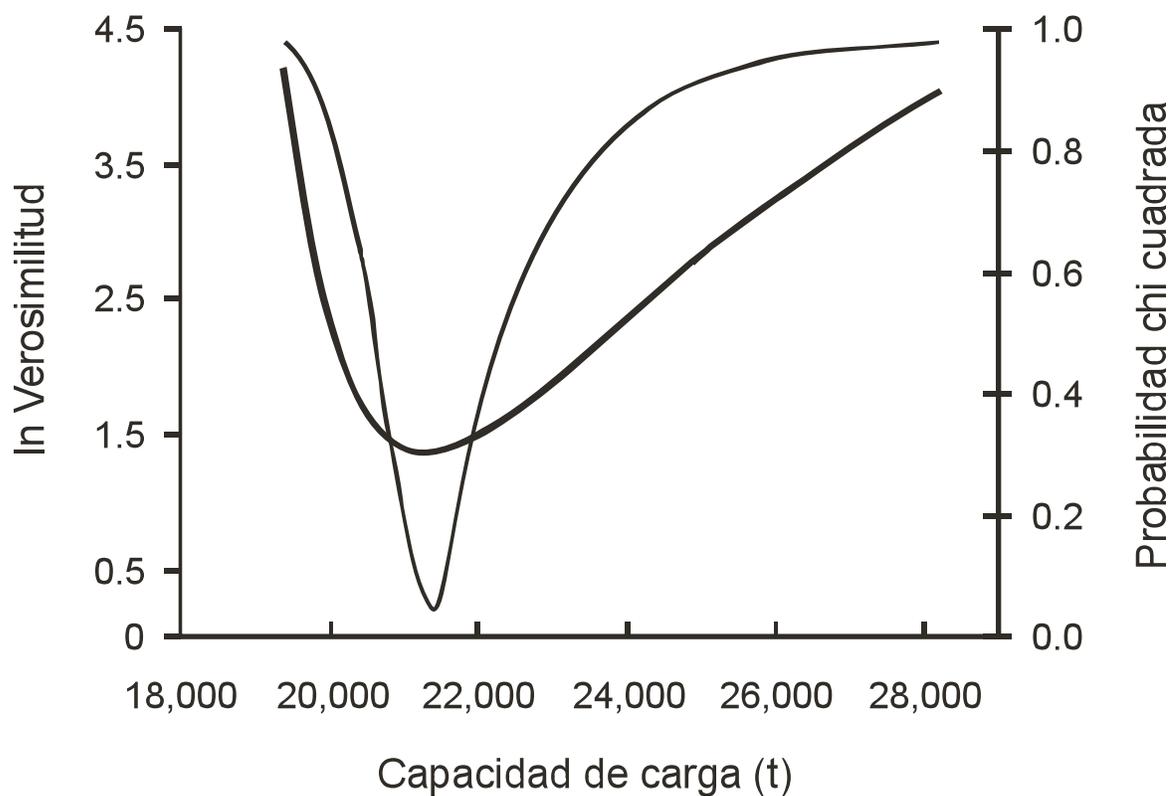


Figura 35. Estimación de la capacidad de carga de carga para de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*).

El resultado muestran que la capacidad de carga del sistema, para soportar la especie de camarón azul es  $K = 21,323 \text{ t}$  (con intervalo de confianza de  $\pm 700 \text{ t}$ ,  $(P < 0.05)$  (Fig. 35).

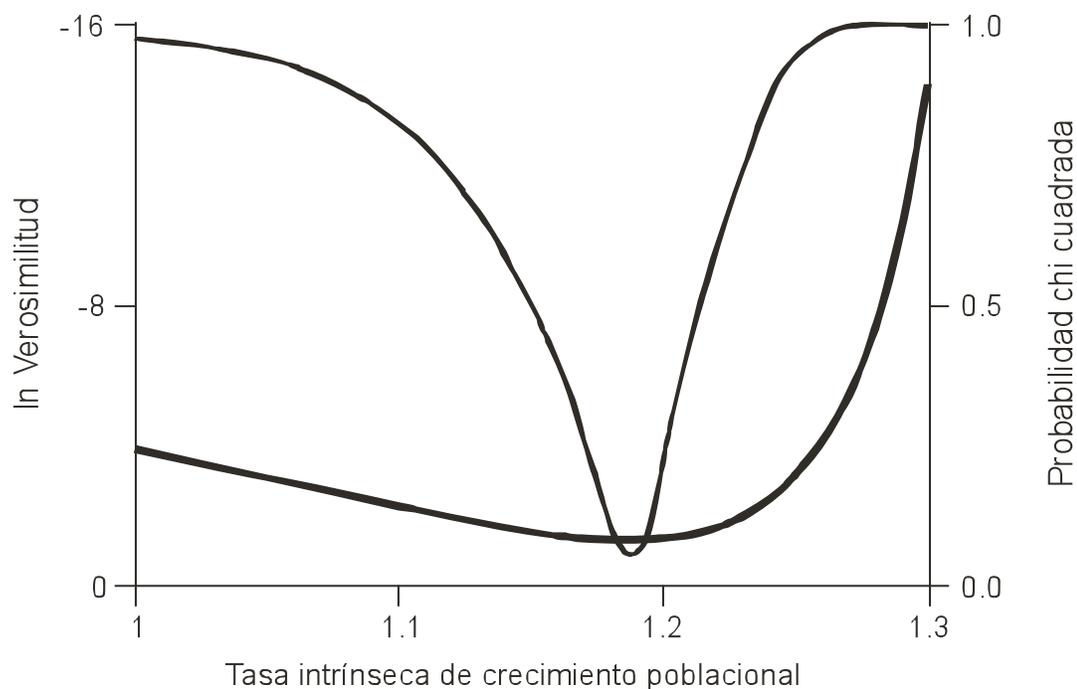


Figura 36. Estimación de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional para camarón azul.

Mientras que para la tasa intrínseca de crecimiento de la población el resultado fue de  $r = 1.18$ . Con la estimación de ambos parámetros se pudo calcular que el máximo rendimiento sostenido que puede ser de 6,325 t. El parámetro fue de  $r = 1.18$  (con intervalo de confianza de  $\pm 0.1$ ,  $P < 0.05$ ), para obtener este rendimiento es necesario mantener una biomasa mínima de 10,662 t. de camarón azul en el Alto Golfo de California. De esta manera la tasa de explotación óptima correspondió a un valor del 0.59 de la biomasa disponible.

**Tabla III.** Relación de datos de captura y captura por unidad de esfuerzo de la flota, para camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) capturado en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.

<b>Temporada</b>	<b>Captura</b>	<b>CPUE</b>
87/88	4,292	15.44
88/89	5,178	19.76
89/90	2,313	9.03
90/91	667	2.82
91/92	667	8.23
92/93	624	7.79
93/94	1,072	11.52
94/95	2,629	18.91
95/96	1,844	12.63
96/97	2,599	15.99
97/98	2,007	11.53
98/99	2,721	10.04
99/00	2,191	12.17
00/01	2,024	10.27
01/02	2,237	13.89
02/03	2,299	11.91
03/04	1,747	10.04
04/05	1,700	12.04
05/06	2,515	19.64
06/07	2,772	23.1



Figura 37. Estimación de la proyección de biomasa de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) con tres escenarios de cuota de captura en la zona de amortiguamiento de la zona de Reserva del alto Golfo de California, México.

Con los resultados obtenidos en el modelo, se hizo el ejercicio con tres escenarios para la estimación de una cuota de captura, y mostraron que al utilizar una cuota de 2,220 t mantendría los niveles de biomasa por encima de las 6,000 t, mientras que cuotas de 2,400 t por temporada de pesca mantendrían la biomasa cercana a las 6,000 t (Fig. 37).

Bajo estos dos escenarios de cuotas de captura la biomasa se mantendría por debajo del nivel de referencia del rendimiento estimado de 6,325 t. Sin embargo, la biomasa también se encontraría por debajo de su nivel de referencia que es de 10,662 t. Se puede observar que estos valores de cuota no permiten que la biomasa se incrementé a lo largo del tiempo. Incluso una cuota de captura de 2,470 t provocaría una caída de la biomasa de la

población (Fig. 37). Las cuotas analizadas se basan en las capturas históricas registradas, pero el análisis hace evidente que existe un riesgo al mantener el nivel óptimo de la biomasa. Ante estos resultados la cuota de captura no debe ser superior a las 2,400 t y debiese disminuir este valor para que exista un incremento en la biomasa de la especie, esto con el fin de presentar una alternativa de cuota de captura para camarón azul del Alto Golfo de California.

### **3.9 MIGRACION**

La migración se interpreta como el cambio de hábitat que realizan los camarones para completar su ciclo de vida. Comúnmente se acepta que sólo camarón azul realiza este acto de la migración desde zonas estuarinas a marinas. Se ajustó un modelo logístico con la finalidad de estimar la talla de migración se compararon las proporciones de individuos capturados en la zona de influencia del Río Colorado y la zona marina del Alto Golfo de California y se observó que existe un intercambio cuando los camarones tienen una longitud total de 152 mm (Fig. 38). La distribución de frecuencia de longitudes en el área del delta del Río Colorado y se interpreta como un pulso de intensidad baja saliendo del sistema, el cual se mezcla con organismos adultos encontrados en las zonas adyacentes en aguas más profundas.

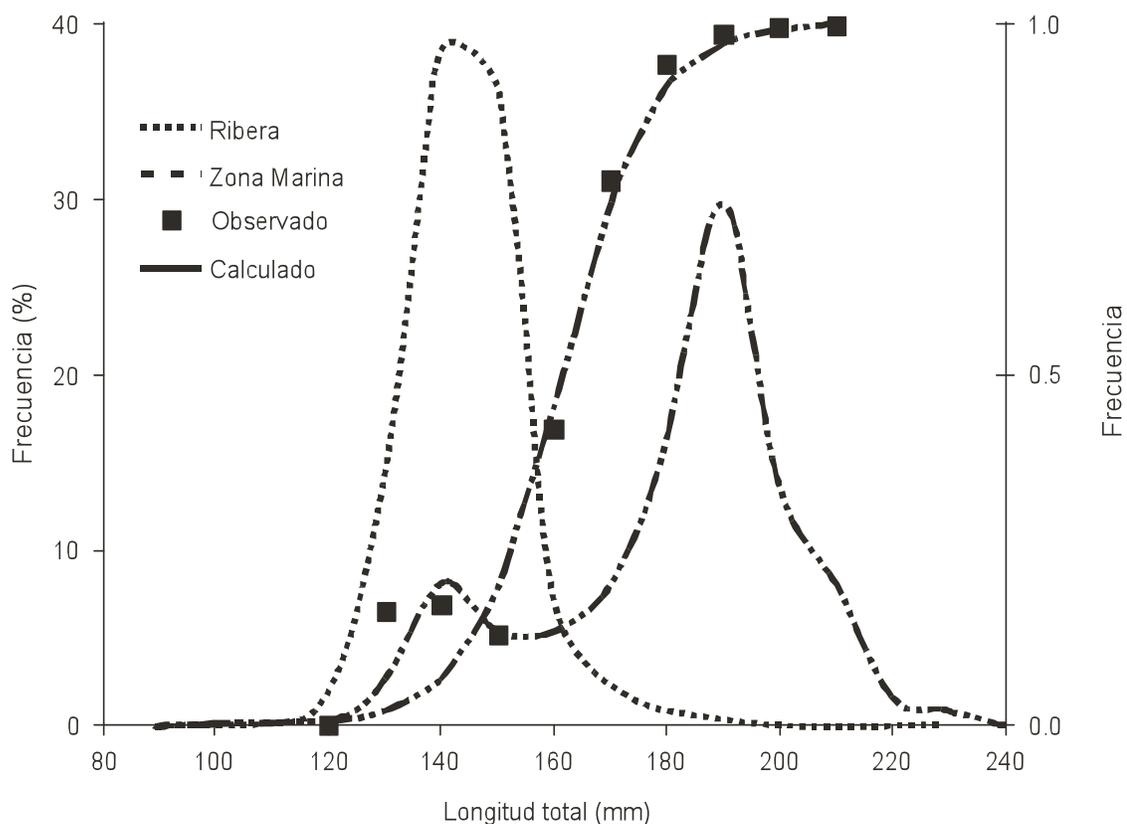


Figura 38. Talla de migración del camarón azul en el Alto Golfo de California

### 3.10 MADUREZ

El periodo de madurez de camarón azul es evidente a partir del mes de mayo, donde se presenta aproximadamente el 30 % de las hembras maduras. Con mayor abundancia en el mes de junio y el de desovadas más del 90 %. En julio el porcentaje disminuye igualmente para el mes de agosto (Fig. 39), donde se encontró un porcentaje menor y

aumenta el 98% de las hembras desovadas. En estos meses ocurre también la aparición de los primeros juveniles.

La época reproductiva de *L. stylirostris* presenta un mismo patrón madura de sur a norte, en cuanto al tiempo de duración del desove es diferente el camarón en el Alto Golfo de California el desove de camarón azul presenta un patrón hasta el mes de agosto.

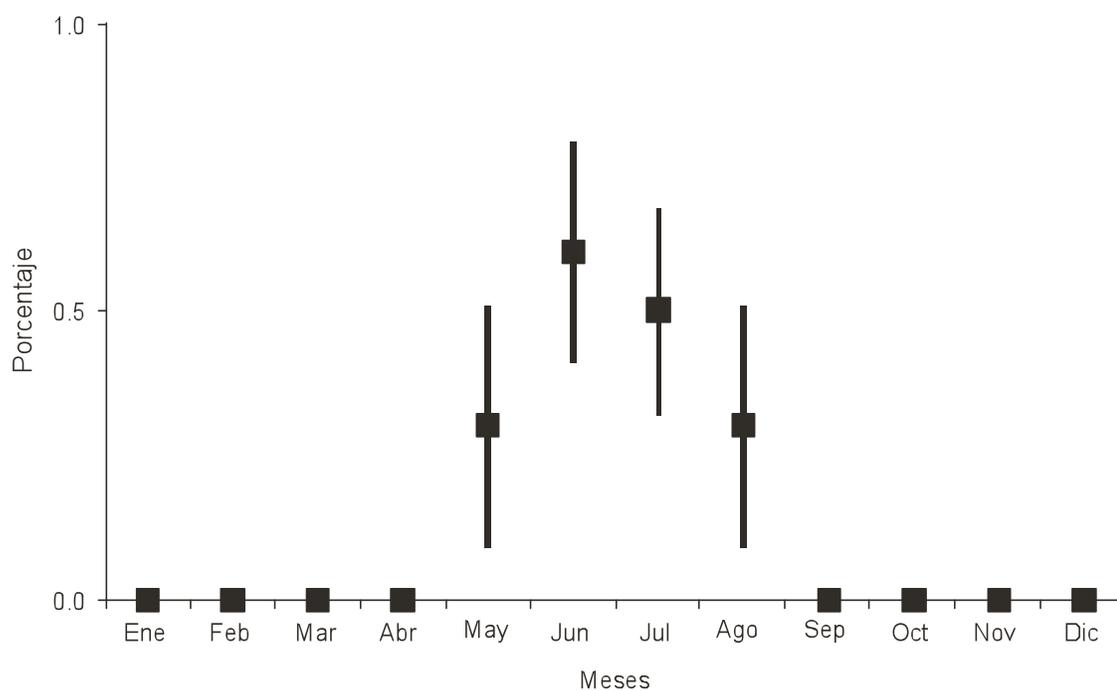


Figura 39.- Promedios del porcentaje de maduración del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el AGC.

### 3.11 TALLAS PROYECTADAS

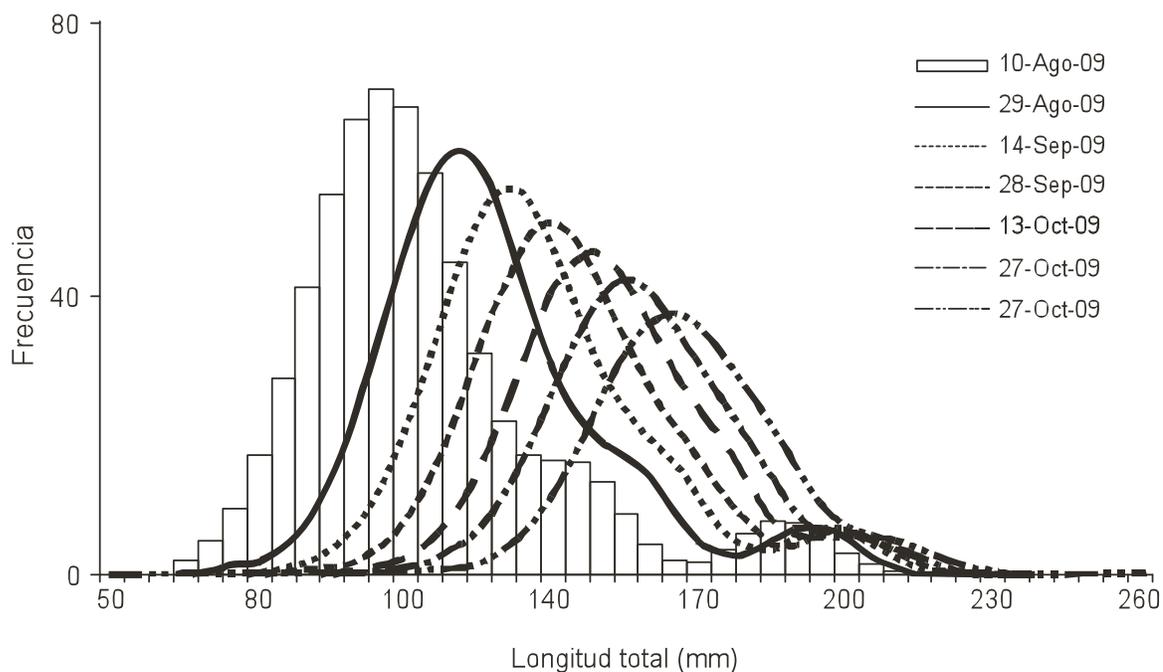


Figura 40. Estructura de tallas de camarón azul proyectadas en ribera AGC

También se utilizaron los dos periodos de muestreo del camarón azul, en la zona de ribera (Fig. 40), y en altamar calcular la talla de aprovechamiento hasta el 27 de octubre de 2009 (Fig. 41). Los organismos encontrados en la ribera son de tallas menores a los encontrados en altamar, se espera que al transcurrir el tiempo se incorporen con los del ambiente de altamar.

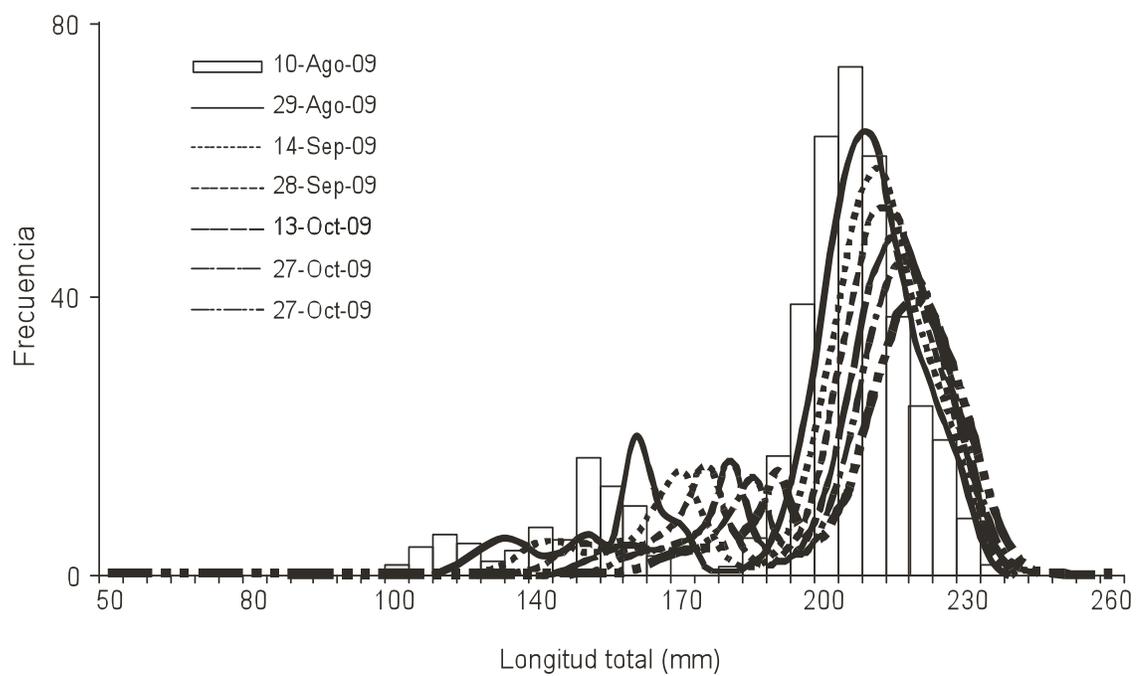


Figura 41. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y barras = observado) para obtener la talla proyectadas de camarón azul, en el AGC, zona 10 crucero (agosto09).

### 3.1.12 Propuestas de manejo de la pesquería del AGC

Considerando la abundancia relativa de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), según el gradiente latitudinal en el Golfo de California, donde se observa en el mes de agosto previo al inicio de temporada de pesca, las cohortes de los organismos en la zona 10, una primera cohorte de organismos jóvenes y la más abundante, que la segunda de organismos adultos, lo que muestra un reclutamiento a fines del verano y durante principio de otoño.

En los reportes de producción de camarón de San Felipe Baja California, Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco Sonora, el mayor volumen de captura es en el mes de octubre y noviembre, predominando en las capturas el camarón azul, lo que hace de mayor interés a este recurso, por los usuarios.

Los resultados de modelos cuantitativos, simulación, puntos de referencia, y las consideraciones del riesgo en la toma de decisiones para el manejo del camarón azul, se presentan alternativas para la búsqueda de una pesca responsable, evitando la sobrecapitalización en esta actividad productiva.

Con los pronósticos basados en proyecciones que emplean el conocimiento de la dinámica de la población para establecer puntos de referencia biológicos, el Rendimiento Máximo Sostenible, estimaciones, enfoque precautorio y manejo adaptativo, y el modelo de Schaeffer, que relaciona entre el esfuerzo de pesca, la intensidad de la misma y el rendimiento expresado en biomasa capturada, la máxima captura, la biomasa y como punto de referencia, el Rendimiento Máximo Sostenible y se presenta una estrategia manejo compartido por cuota de captura para camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) en el Alto

Golfo de California o zona 10, que se aprovechara por los usuarios o actores de las comunidades de San Felipe, Baja California, el Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora.

## 4. DISCUSIÓN

La información analizada de abundancia, distribución, crecimiento, reclutamiento, a manera comparativa, permite evaluar el desarrollo del ciclo de vida del camarón azul en el Alto Golfo California, y aportar puntos de referencia para un manejo adaptativo. El ciclo de vida de los camarones peneidos, tradicionalmente descrito para el Pacífico mexicano, inicia cuando estos ingresan para crecer en las lagunas y retornan al mar como juveniles para reproducirse como la última etapa (Chapa, 1966; Soto, 1969; Lluch-Belda *et al.*, 1972; Soto y Bush 1975; Chapa-Saldaña y Soto-López 1969; Edwards 1978; López 1967; Cabrera 1970; Macias-Regalado 1973, Ortega y Nuñez 1974).

Se permite suponer en esta zona del Alto Golfo de California, la existencia de variantes del ciclo de vida que los camarones desarrollan en otros gradientes de la costa del Golfo de California y el generalmente descrito para los camarones peneidos. Permitiendo analizar si las tácticas de manejo actual en función de la biología y ecología de las poblaciones de camarón que habitan en la región del Alto Golfo de California es adecuado para el aprovechamiento y conservación de las especies, se discute la biología de la especie de camarón azul *Litopenaues stylirostris*. A fin de buscar las posibles coincidencias y diferencias del ciclo de vida de los camarones descrito en la literatura y el que estas especies desarrollan.

De las dos especies de camarón capturadas con fines comerciales, dominó en abundancia el camarón azul las máximas capturas son en el mes de octubre, generalmente esta especie presenta la máxima abundancia después del periodo anual de reproducción.

Chapa-Saldaña y Soto-López (1969) hasta Del Valle-Lucero y Martín (1995) mencionan que el evento migratorio de los camarones de las lagunas hacia el mar, se presenta después de haber alcanzado la talla o edad que los ubica como organismos juveniles. El proceso migratorio difiere entre las especies de camarón, las especies del género *Farfantepenaeus* tiene un marcado hábito costero y cuando llegan a ingresar a las lagunas costeras estos las dejan en edades relativamente tempranas, algunos autores como Mathews (1981) menciona una longitud total de 35 mm como máximo cuando esta especie regresaba al mar para continuar creciendo en la zona costera. El género *Litopenaeus* que es considerado de hábitos estuarinos, se dice que tienden a permanecer mayor tiempo de su ciclo de vida al interior de las lagunas, poseer una mayor tolerancia a la dinámica estuarina (Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Lluch-Belda *et al.*, 1972 y Del Valle-Lucero y Martín, 1995). La migración de organismos de este género ocurre cuando han alcanzado madurez fisiológica de subadultos e inician el proceso de madurez reproductiva, en esta etapa migran al mar para culminar en el desove (reproducción) y para cerrar en esta fase del ciclo del vida, liberan huevos.

En el Alto Golfo de California se encontraron organismos en altamar, que son camarones remanentes que después de la temporada de pesca generan algún máximo de abundancia, que se observa como concentraciones durante los periodos reproductivos (Dall *et al.*, 1990). Los rendimientos de las captura de camarón azul, muestran la coincidencia en

cuanto a volumen de captura y las tallas de camarón azul, entre ambas costas o zonas de extracción de camarón (Aragón-Noriega, 2000).

El análisis de distribución espacial se preparó con la finalidad de representar preferencia o tendencias en el golfo de California de sur a norte y la abundancia de la especie en los distintos gradientes latitudinales.

La variabilidad en la abundancia a lo largo del gradiente latitudinal es probablemente la mejor característica de todos los patrones observados biogeográfica, y es muy consistente a través de los hábitats y grupos taxonómicos. En el Golfo de California, se observó, en la estructura de tallas de *Litopenaeus stylirostris*, un cambio en el número y abundancia de las cohortes de esta especie. Los resultados observados mostraron que el reclutamiento se presentaron en la zona de 10 y 20. El comportamiento inverso se observa en la zona de 40 y 60. En estas zonas, la abundancia de individuos de edad fue superior a los reclutas. Zona 30 muestra la evidencia de un solo grupo de edad con individuos de un tamaño reducido.

Al parecer, durante 2007, el gradiente latitudinal en la abundancia y el número de cohortes de *L. stylirostris* había una zona de transición en la zona 30. Este patrón no se había documentado para esta especie en estudios anteriores. Sin embargo, las condiciones oceanográficas son una influencia en el Golfo de California debido a las corrientes y la temperatura puede modificar la supervivencia y el crecimiento individual (Leal-Gaxiola, *et al.*, 2001). Las condiciones ambientales pueden afectar negativamente a la variabilidad espacial en la distribución de larvas, o la sobrevivencia (Rodríguez de la Cruz, 1981). Es posible que las zonas 30, 40 y 60 fueran las más desprotegidas que debido a la presencia de

ríos y lagunas costeras, que son los sitios de las zonas naturales de desove y crecimiento del camarón azul.

En el Alto Golfo de California, las condiciones son diferentes, las lagunas costeras y los ríos están ausentes. Sin embargo, encontramos los reclutas en las zonas 10 y 20. Aragón-Noriega, *et al.* (2007) analizó el stock reproductor del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en el Golfo de California. Se informó de que la especie se madura y se reproduce dentro de las lagunas costeras con *F. californiensis*, con un ciclo de la vida marina. Nuestros resultados sugieren que *Litopenaeus stylirostris* no depende de las lagunas costeras en su ciclo de vida. Nuestros resultados muestran evidencia de reclutamiento en las aguas en el Alto Golfo de California, en consecuencia, el éxito en la reproducción, crecimiento y reclutamiento podría tener la dinámica de población diferente en cada zona en el Golfo. Además, las variaciones regionales en el tamaño de la estructura también se puede atribuir a diferencias en la capacidad de carga local y las condiciones hidroclimáticas (Soto-Mardones *et al.*, 1999; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001; Lluch-Cota *et al.*, 2007).

El análisis de distribución de la abundancia (org/h) y las tallas promedio (longitud total en mm). Las variables que fueron modificadas en cada representación fueron el número de organismo por área (abundancia) y las tallas (longitud total en mm), estas últimas se ubicaron en las zonas donde fueron capturados. La representación de las imágenes de distribución busca de alguna manera presentarlo como un patrón establecido para el comportamiento de estas especies, en los ciclos anuales.

En la distribución de camarón azul existe un patrón que indica preferencias de segregación para la zona 10 en abundancia o tallas, considerando la zona de alta mar como una unidad homogénea en características fisiográficas e hidrodinámicas. El Alto Golfo de California es un área natural protegida (zona 10) la estructura de tallas y el reclutamiento alcanzó valores promedio más alto dentro de esta zona de reserva marina. Esta afirmación es coherente con los datos observados y el análisis. La segunda área con características similares es la zona 20. Puede ser que los lugares como zonas 30, 40 y 60 se muestren signos de sobrepesca en el reclutamiento. La población adulta se pesca fuertemente en número y tamaño de la población adulta, la biomasa reproductora se ha reducido hasta el punto de que no tienen la capacidad reproductiva de recuperarse (Hilborn y Walters, 1992).

Si la sobrepesca para *Litopenaeus stylirostris* es durante el reclutamiento se supone que en algunas zonas hay un bajo nivel de los reclutas, la población podría estar en decaimiento. La evidencia de un mecanismo depensatorio se pueden agrupar en las siguientes categorías: a) una menor probabilidad de fertilización, b) alteración de la dinámica de grupo, c) el acondicionamiento del medio ambiente, y d) la saturación de depredadores (Liermann y Hilborn, 2001). Cuando la abundancia es baja, se depensación acelera la disminución de la población y aumentar su probabilidad de colapso. Las estimaciones de abundancia relativa son más altos en la zona 30, sin embargo, solo tiene una sola cohorte. Finalmente, este grupo de edad será el camarón disponible a la pesca y los jóvenes estarán ausentes en la estructura de la población. El comportamiento inverso se observa en las zonas donde el reclutamiento era evidente (zonas 10 y 20). Sin embargo, las hipótesis de los mecanismos de densodependencia debe ser analizado en otros estudios diferentes.

La cuantificación de los patrones espaciales de camarón azul y su relación causal con las variables ambientales abióticos y bióticos, es importante para comprender la estructura de la población y los mecanismos que regulan esa estructura. A pesar de su importancia ecológica, se sabe relativamente poco sobre la dinámica de la población de *L. stylirostris* y especialmente de su biología reproductiva a lo largo del gradiente latitudinal en el Golfo de California. Esto se acentúa por la falta de información acerca de las adaptaciones ambientales de las poblaciones de camarón, principalmente en el Alto Golfo, se ha demostrado, utilizando los muestreos de veda durante 2007, el gradiente latitudinal en el tamaño de la estructura y la abundancia relativa de *L. stylirostris* en el Golfo de California. La diferencia se observó en el Alto Golfo, mientras que en el sur del Golfo los reclutas no se encontraron en los muestreos. El área con altos niveles de abundancia relativa son las zonas 20 y 30. En este estudio tendrá consecuencias para las decisiones del régimen de aprovechamiento óptimo de la especie en la región, y para el rendimiento, y el mantenimiento de su población. La abundancia relativa y el cambio en su gradiente espacial pueden causar diferencias latitudinales en la demografía de la población de camarones. El camarón azul han puesto de manifiesto las adaptaciones a las diferencias en su entorno local.

La distribuciones de la tallas en el Alto Golfo de California es dispersa, estando las distribución compuesta de tallas desde los 55 mm a 245 mm de longitud total. Los trabajos realizados en los años ochentas realizados en el Pacífico, donde se generaron datos abordo de barcos comerciales, muestran una relación de las tallas medias de camarón con relación a los extractos de profundidad (Magallón-Barajas y Jaquemin, 1976). En el camarón azul, se reporta la talla de primera madurez de 172 mm para las hembras (Aragón-Noriega y

Alcántara-Razo, 2005) y 175 mm para la zonas de Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora (Mathews, 1981; López-Martínez *et al.*, 2005). En machos la longitud fue de 140 mm de longitud total (Mathews, 1981). El patrón que fue encontrado en el camarón azul es que son tallas más grandes (170 a 250 mm de LT) y las menores (55 a 160 mm de LT), lo anterior indica que existen organismos desde pequeños hasta adultos en la zona ribereña.

En las lagunas del sur del estado de Sinaloa, donde la mayoría de trabajos de migración han sido realizados, se conoce que los camarones alcanzan las tallas de juvenil y migran a altamar (Edwards, 1978; Mathews, 1981). La condición que impide la libre migración de los camarones en la laguna del sur de Sinaloa, es el proceso físico que interrumpe la comunicación del mar con las lagunas durante los meses de estío. La diferencia de las lagunas del sur de Sinaloa, con las del norte de Sinaloa y sur de Sonora en cuanto a la conexión al mar es que las primeras, se conectan al mar por medio de esteros que en determinados períodos del año quedan interrumpidos (Poli y Calderón-Pérez, 1987). Sin embargo, no sucede lo mismo con el camarón azul donde existen diferencia de talla *L. stylirostris* en más grandes en el Alto Golfo de California.

La condición ambiental de las lagunas del sur de Sonora, México ha sido muy estable en cuanto a los valores de salinidad. Loesch (1980) en sus muestreos de 1977 hace referencia a mínimas variaciones de salinidad de 35.5 a 38 en el ciclo anual en el Estero del Soldado, Sonora. Licea-Duran (1974) y Signoret de Brailovsky (1975) en Alto Golfo de California, se han encontraron valores de salinidad como un cuerpo de agua hipersalino.

El camarón azul en el Alto Golfo de California no tiene barrera física o ambiental que les impida encontrarse al interior del Golfo de California en diferentes etapas de su ciclo de vida ya sea como juveniles o adultos.

Por lo general, los peneidos alcanzan su talla máxima alrededor de un año y medio (Rodríguez de la Cruz, 1981). El crecimiento está estrechamente relacionado a condiciones hidrológicas, cuando estos factores son apropiados, especialmente en la primer etapa de su vida, pueden tener un crecimiento de 0.70 a 1.23 mm/día. Para esta especie se encontró que en el Alto Golfo de California la tasa de crecimiento fue 0.99 a 1.49 mm/día (García-Pámanes y Chi-Barragán, 1991). Cabe mencionar que los valores de la tasa de crecimiento son para los meses de verano. Mathews (1981) presenta una recopilación de los valores de los parámetros de la curva de crecimiento del modelo de Bertalanffy obtenido, entre otras especies, para *L. stylirostris* y menciona que la longitud máxima, para ambos sexos combinados, es de 229.7 mm en Puerto Peñasco y 245 mm en Mazatlán. El valor de K es de 0.2147 y 0.179 para cada sitio respectivamente. El valor de  $t_0$  fue 0.5075 y 0.477 en cada sitio respectivamente.

Las diferencias en longitud no son significativas, las consecuencias de estas diferencias podemos creer que es por el sistema de reclutamiento y reproducción continuos de los peneidos. *L. stylirostris*, vive la mayor parte del tiempo en zonas influenciadas o en estrecha relación por los deltas de ríos, estuarios o lagunas costeras. Cuando aproximadamente alcanza 152 mm de longitud total, según progresa su desarrollo y crece el camarón emigra hacia zonas más profundas, cuando las áreas de distribución de juveniles y de adultos están claramente separadas geográficamente ocurre una verdadera emigración

hacia el mar después de la cual tiene lugar el desove. No obstante, algunos peneidos desovan en estuarios (García y Le Reste, 1987).

La temperatura y salinidad se ha planteado como variables principales, detonadoras del mecanismo para que el camarón inicie su migración hacia alta mar, aún cuando los procesos que influyen son todavía desconocidos (Del Valle-Lucero, 1989; García y Le Reste, 1987). Las referencias son para camarón blanco y camarón azul en lagunas del sur de Sinaloa. Aguirre-Osorio y Romero-Sedano (2002) mencionan la poca confianza que se tienen en los datos de estas dos especies, para el camarón café se tienen datos inéditos, puesto que no hay estudios que avalen su migración ya que se tiene como una especie que no penetra a los sistemas lagunares costeros (Leal-Gaxiola *et al.*, 2001)

En el Alto Golfo de California interactúan dos grupos poblacionales de camarón con diferentes tasas de crecimiento y comportamiento reproductivo diferenciado en tallas de madurez sexual. En particular se recomienda no tomar el ciclo biológico de una sola especie de camarón como válido para todas y tampoco considerar el comportamiento de una especie como único para las regiones. Los escenarios que restan por resolver son si existe una migración verdadera de los camarones para esto se tiene que plantear experimentos que aseguren que los camarones siguen una ruta identificada como de migración.

El periodo reproductivo de algunas especies se establece sobre la base de indicadores de manera aislada (*e.g.* madurez, abundancia y talla). Sirven de ayuda para definir la reproducción y tiempos de vedas en las especies y poblaciones.

Las estaciones muestreadas con variables de profundidad, temperatura, sustrato y corrientes fueron relacionadas con la abundancia, distribución de tallas, crecimiento, reclutamiento. El análisis realizado tuvo como objetivo estimar la influencia del ambiente del Alto Golfo de California en el desarrollo del ciclo de vida de los camarones peneidos.

Los camarones peneidos desovan huevos que eclosionan en el océano, crecen en las lagunas y retornan al mar para reproducirse (Chapa, 1966). A mayor escala, dada la amplitud en la distribución de los peneidos, se proponen cuatro ciclos de vida de los camarones en relación a zonas de desove y los requerimientos ecológicos de migración de larvas y juveniles de camarón (Dall *et al.*, 1990).

En la sección de la ecología y biología de los camarones, los resultados se discuten en la perspectiva, que procesos como el crecimiento y reclutamiento igual pueden ocurrir probablemente por el gradiente espacial y de la latitud hacia el norte del Golfo de California.

El patrón ecológico de los camarones peneidos se ha usado para desarrollar el modelo de migración, crecimiento y reproducción entre las lagunas y plataforma costera donde transcurren las fases del ciclo de vida. El modelo fue propuesto en 1970 (Edwards, 1978; Matheews, 1981), también ha sido aplicado al Golfo de California y Pacífico mexicano. Los resultados encontrados, considerados como variantes en el ciclo de vida de los camarones en el Alto Golfo de California son analizados para establecer las relaciones causales que generan este comportamiento.

La batimetría reportada para el Alto Golfo de California es un gradiente de profundidad paralelo a la costa de Sonora, siendo una zona muy somera con de 15 m de profundidad promedio y una máxima de 30 m. Una descripción detallada de la batimetría

del Alto Golfo de California por Aragón-Noriega (2000). En el Estero del Soldado, Laguna La Cruz y Guasimas, Sonora (Arreola-Lizarraga, 2003) no hay relación de la profundidad con el camarón, porque esas lagunas son de menos de un metro de profundidad (Soto-Espinoza, 2003). Por ejemplo, en la laguna La Cruz la longitud media del camarón café fue de 90 mm (Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992). En la costa del Pacífico de México el camarón juvenil crece de 30-60 mm/mes y se mueve de zonas someras a aguas profundas (Edwards, 1978).

Según algunos estudios, los juveniles migran de las lagunas de crianza a las zonas de reproducción en el océano (García y Le Reste, 1987; Del Valle-Lucero, 1988). Una explicación puede involucrar la competencia inter específica. Mathews (1981) mencionó que como el camarón en la costa de Sinaloa se desplaza entre diferentes profundidades durante el periodo reproductivo por razones de competencia inter específica. Del Valle (no publicado) mencionó que el factor forzante era ambiental, principalmente el levantamiento de la capa de mezcla y el abatimiento del oxígeno disuelto.

Es considerada variable clave en la administración de los recursos pesqueros, el reclutamiento (García, 1985), este se aplica para determinar el tiempo y la época cuando pasan a ser accesible a las flotas pesqueras. El reclutamiento dentro del ámbito pesquero es el proceso biológico que en importancia precede a la reproducción de las especies para fines de conservación (López-Martínez *et al.*, 2005; Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005). El ingreso de invertebrados o peces a zona de refugio en etapas tempranas les permite encontrar condiciones donde crecer y alcanzar la madurez. Algunos crustáceos han desarrollado la capacidad de completar el ciclo de vida en el estuario, en el océano o ambos (Dall *et al.*, 1990).

El reclutamiento de camarón a las zonas de pesca del Alto Golfo de California presenta patrones distintos de acuerdo a las especies. Con datos de distribuciones de frecuencia de tallas (longitud total) de camarón azul a lo largo del año se observa un solo reclutamiento intenso en agosto y septiembre, patrón que se repite anualmente. Diferencias en la reproducción del camarón puede reflejarse en desfase del reclutamiento y puede estar relacionado a las diferencias del hábitat (Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005).

En el promedio histórico de los datos sobre madurez, el camarón azul presenta los valores máximos de hembras maduras en junio, disminuyendo de intensidad hasta agosto. El período reproductivo se concentra en los meses de mayo a agosto. En general, se puede concluir que el camarón azul tiene un solo evento importante de desove, situado en el verano (Figura 39). Durante el período de desove se ha encontrado un patrón de distribución que se repite anualmente. Los organismos se concentran en la costa de Sonora, y en menor cantidad también se presentan hembras maduras al sur de San Felipe.

La época reproductiva de *L. stylirostris* presenta un mismo patrón en cuanto al tiempo de duración del desove pero el camarón madura primero en Guaymas (marzo) que en Puerto Peñasco (abril). En ambas regiones el desove presenta un máximo en junio y julio (García-Gómez, 1976). En el Alto Golfo de California el desove de camarón azul presenta un patrón bimodal, con una moda pequeña en marzo y abril y una mayor en julio y agosto (García-Pámanes y Chi-Barragán, 1991).

García-Gómez (1976) encontró que la longitud mínima de primera madurez de *L. stylirostris* es de 167 mm en la zona de Puerto Peñasco. En el AGC, García-Pámanes y Chi-Barragán (1991) encontraron que la talla de primera madurez es de 162 a 165.7 mm.

Mathews

El reclutamiento y crecimiento son atributos biológicos de los camarones peneidos que son extrapolados a las especies que habitan la costa del Pacífico mexicano. Ambos aspectos biológicos son necesarios para entender el papel ecológico de las especies, o también, para el manejo apropiado del recurso, de aquí depende la capacidad de regeneración del recurso y la biomasa esperada, Científicos pesqueros sugieren el uso de la información climática en estimación de stock, principalmente para el análisis de capturabilidad y reclutamiento. La información climática no es solo útil a científicos pesqueros (Bakun 1996), también es crucial en varias disciplinas de investigación que guardan relación con medio bióticos.

En el reclutamiento si existe evidencias al menos en las representación de como las tallas inferiores a las reclutas se agrupas e zonas de menor corriente, lo que debe de ser asociado a zonas ricas en detritus por la precipitación lejos de las zonas impactadas por la velocidad de la corriente del mar.

El uso del hábitat en las zonas áridas durante el reclutamiento se encontró que la plataforma es adecuada para el asentamiento temporal. Las frecuencias de reclutas no son diferentes en el mar, sin embargo, las mayores abundancias ocurren en la ribera, esto asociado a disponibilidad de área somera en la mayor parte del Alto Golfo de California.

Las razones que justifican la dependencia de los camarones a las lagunas son que proveen hábitat de crianza para las especies de peneidos (Blake y Menz, 1980). Con estos argumentos, no dudamos que el camarón azul use las lagunas costeras como hábitat para el reclutamiento, crecimiento y madurez

En el Alto Golfo de California, las poslarvas de camarón azul, encuentren su habitat como permanencia al interior de la laguna o el ingresar y salir en la etapa adulta, por las descargas del Rio Colorado al incrementar la capacidad de carga por la adición de nutrientes (Aragón-Noriega 2000). Sin embargo, Mathews (1981) dice que si las postlarvas llegaran a entrar en ellas las abandonan a los 35 mm de longitud total. En las lagunas del sur de Sonora, cuando el sistema lagunar supera la profundidad de las seis brazas se observa la preferencia de las longitudes mayores a la mínima de migración.. La migración es evidente en las especies de camarón azul y blanco, al encontrar dentro de la laguna tallas menores a las estimadas a la de migración, ha sido muy estable en cuanto a los valores de salinidad en los últimos cuarenta años (Romero-Sedano, 2003). Loesch (1980) en sus muestreos de 1977 hace referencia a mínimas variaciones de salinidad de 35.5 a 38 en el ciclo anual en el Estero del Soldado, Sonora. Licea-Duran (1974) y Signoret de Brailovsky (1975).

La precipitación acarrea detritus al área de crianza del camarón y como lo menciona Aragón-Noriega (2005) desde el desove hasta la etapa de postlarva béntica pasaran aproximadamente 30 días más. Esto coincide con los periodos en que da inició el incremento de las temperaturas en el océano. Por tanto la mayor producción de huevos se acopla a las condiciones del hábitat para asegurar condición y refugio en las fases larvales.

Para la zona de Puerto Peñasco, si se difiere de las tallas que encontradas en Guaymas (Mathews, 1981) para esta misma especie (131 mm) y de las que se encontraron en las costas de Sinaloa con menos de 120 mm de longitud total (Mathews, 1981).

El período reproductivo del camarón azul en las costas de las lagunas del sur de Sonora es bien definido de finales de primavera hasta principios del verano. En estudios previos, el período reproductivo del camarón azul, se estimó de marzo a septiembre, con un máximo de mayo a junio y este periodo se acorta de sur a norte. Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1994) y Edwards (1978) estimaron el periodo reproductivo de camarón azul de marzo a septiembre con un máximo en junio para el área de Mazatlán. En la zona costera de Guaymas, la reproducción para la misma especie se realiza de marzo hasta agosto, con un máximo en junio, reportado por García-Gómez (1976). En Puerto Peñasco, zona más norteña del Golfo, la reproducción de camarón azul es de abril hasta agosto y el máximo en mayo, descrito en Mathews (1981).

El efecto del ambiente en poblaciones de una misma especie se observó analizando tres localidades de los 22 a los 32° de latitud del Golfo de California por (Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005). Es importante recordar que se autores determinaron que las hembras maduran a menores tallas de sur a norte. Por lo que resalta la importancia de la variabilidad del ambiente en los proceso reproductivo de los camarones peneidos y que estos procesos es posible estimarlos a escalas superiores a las de las lagunas costeras y frente costero, diferente al de las adaptaciones específicas como la relación con la profundidad encontrada en las lagunas permanentes y que es posible considerarlas como una extensión del mar para la especie de camarón café, azul y blanco.

En el caso del camarón azul en el Golfo de California Aragón-Noriega (2005) discute la dificultad de asociar la disponibilidad de alimento con la actividad reproductiva. El área de interés fue separada por variación en la concentración de pigmentos por Santamaría del Ángel *et al.* (1994). Los autores también concluyen que el camarón es

abundante en la costa este del Golfo de California debido a el tipo de pigmento fotosintético en el área. No hacen mención cual sea la argumentación para tal deducción. Anteponiendo la razón a esta proposición son Riera *et al.* (2000) y Aragón-Noriega (2005) en la misma zona del Golfo, asumen la temperatura como importante promotor en la producción de alimento en la época de reproducción del camarón. Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1994) propusieron que la temperatura superficial del mar es una señal de disponibilidad de alimento para el camarón en la parte sur del Golfo de California y especulan que este es un detonador para el desove porque el camarón, como otras especies relacionadas, es una especie migratoria con hábitat separado para los juveniles y adultos (Riera *et al.*, 2000; Gillanders *et al.*, 2003). Los resultados indican que es posible utilizar la información satelital como un indicador de la dinámica de la temperatura en la zona de estudio. Lavín *et al.* (2003) ofrecen una descripción más completa de la evolución anual y la variabilidad interanual de la temperatura para todo el Golfo de California.

Además de encontrar hembras maduras en el interior de la laguna la mayor disponibilidad se da en el área cercana de la plataforma. Dall *et al.* (1990) considera la migración de los peneidos con fines reproductivos como la única verdadera realizada por estas especies, al desplazarse a zonas cercanas de la costa y agregarse en el lapso reproductivo. Es importante papel de los nutrientes, sin embargo, parece que la temperatura de verano es aún la señal para el desove del camarón azul en la porción noroeste del Golfo después del represamiento del Río Colorado y que la aportación de agua dulce y la fuente de nutrientes son nulos (Aragón-Noriega y Calderón-Aguilera 2000; 2001; Aragón- Noriega y García-Juárez 2002). En el inicio de la madurez el incremento de las temperaturas se destaca en las tres especies del Golfo de California. Las dos especies

comparten hábitat y una estrategia ecológica puede ser el desfase en los periodos reproductivos como el uso del hábitat.

El análisis de estimación de la biomasa y estructura de tallas, destacó la importancia de reunir variables de la biología y el manejo del camarón azul, al mismo tiempo que sugiere algunas medidas de explotación.

El manejo actual está diseñado en la estrategia para que los adultos se reproduzcan y los jóvenes se les permitan crecer hasta tallas comerciales. La pesca deberá incidir sobre la fracción de la población que ya se ha reproducido. Las tallas en las dos especies superan a la edad de madurez coinciden con el periodo de veda. Como lo plantea en el análisis para camarón azul Alcántara-Razo (2005) el esquema de veda se evita la captura durante las primeras estas etapas de juveniles, permite que los individuos que no se han reproducido alcancen la madurez sexual y asegura que se produzca el total anual de huevos potenciales.

Así se cumple con algunos criterios para el manejo de pesquerías basados en puntos de referencia biológicos. Adicionalmente, el esquema permite que durante la época de pesca se capturen principalmente organismos de tallas mayores.

Los puntos de referencia biológicos están destinados a proporcionar una guía con relación a la ordenación. Para proteger a los recursos y a la industria pesquera contra daños a largo plazo, es importante definir y alcanzar un acuerdo acerca de un "área roja o punto común de explotación" donde la continuidad de la producción del recurso está en peligro y se necesita de una acción inmediata como la reducción sustancial del esfuerzo de pesca/mortalidad o, en el caso extremo, el cierre de la pesquería por un período de tiempo (ICES, 1988). Los puntos de referencia, que indican cuándo se va a entrar en dicha área de peligro, pueden ser referidos como puntos de referencia umbrales (Quinn *et al.*, 1990).

Los objetivos de protección se deben orientar a explotar las tallas donde el tamaño de los camarones capturados sea igual a, o mayor que, el tamaño promedio de madurez sexual. Así, al menos el 50 % de los individuos tendrían la oportunidad de reproducirse. Para especies iteróparas la relación de este objetivo con un punto de referencia dependería de la mortalidad natural ( $M$ ), la cual determina el número promedio de años que puede esperarse que un organismo maduro desove en una población no sujeta a pesca, antes de que muera por causas naturales (Caddy, 1999).

La interrelación entre la mortalidad por pesca ( $F$ ), biomasa de la población ( $B$ ) y rendimiento puede proporcionar la base para la discusión de la mayoría de los puntos de referencia. Los puntos de referencia sobre estas variables se fijan utilizando varios criterios que si se aplican durante un número de años, produce un rendimiento promedio equivalente. Un rendimiento puede corresponderse ya sea con alguna condición mínima de biomasa de desove peligrosamente baja, o con alguna condición máxima en la tasa de declinación del tamaño de la población, o alta tasa de mortalidad. Al alcanzar tales puntos se activa una respuesta de organización que ya ha sido previamente negociada con los participantes en la pesquería.

Cuando la proporción de individuos maduros en la población disminuye por debajo de algún porcentaje de la población virgen previamente acordado, y cuando el reclutamiento anual permanece pobre para un número predeterminado de años. Se propone, se hagan algunos intentos específicos por establecer límites a la explotación.

Caddy y Mahon (1996) dicen que las cuotas de captura pueden ser utilizadas para lograr un punto de referencia y pueden ser variables o constantes. Para poblaciones con

amplias fluctuaciones en la abundancia (como recursos pelágicos), una cuota de captura constante, resultará en tasas de explotación constantemente variables (Sissenwine, 1978). A menos que ésta sea fijada a un nivel muy bajo, siempre existe una probabilidad significativa de sobrexplotación en años de baja abundancia.

Un número de autores ha mostrado las ventajas de fijar el nivel de esfuerzo pesquero en oposición a cuotas fijas de captura (Hannesson, 1993; Beddington y May, 1977) notaron que con una estrategia de ordenación con capturas constantes, las perturbaciones ambientales causarán desviaciones más serias de las condiciones de equilibrio que cuando se sigue una estrategia de esfuerzo constante. Esta también fue la conclusión de Reeves (1974) quien encontró, mediante una simulación, que bajo variaciones en el reclutamiento, un límite de esfuerzo produce tasas de capturas más altas que una cuota fija de captura, incluso si esta última corresponde al mismo punto de referencia definido en términos del esfuerzo pesquero. Una estrategia de esfuerzo constante requiere que el esfuerzo de pesca sea controlado, usualmente mediante una entrada limitada, al nivel correspondiente al valor de la mortalidad por pesca ( $F$ ) objetivo.

En teoría las reservas marinas permiten la recuperación de especies que se encuentran en un nivel bajo de su población, y en estas reservas el esfuerzo pesquero está limitado a ciertos criterios y tiempos (Gell y Roberts, 2003). Pero el esfuerzo pesquero que se realiza en la Reserva no permite una recuperación real del ecosistema y de los organismos que en ella habitan, aunque el modo de captura sea de forma artesanal (Quintero *et al.* 2002). Como se describe, la pesca del camarón se realiza durante unos meses y se le denomina, temporada de pesca, esta actividad se combinan con otras en una

parte del año, que generan menor ingreso, pero combinadas representan un ingreso importante.

El número de embarcaciones, los tipos de arte de pesca utilizados y el área donde se realiza la captura de las distintas especies comerciales no han permitido un crecimiento sustancial de la pesca en la región. Aunque se observan épocas distintas en el repunte sobre todo en los años de 2002 y 2006, estos se ha venido acompañados del incremento del número de embarcaciones menores en la región, el arte de pesca usado por los ribereños captura organismos adultos, pero no ha permitido un incremento en la producción por pesca en el corto tiempo, se ha mantenido estable durante los últimos 10 años.

El espacio ocupado para pescar en el Alto Golfo de California es grande y abarca aproximadamente el 75 % de la superficie acuática, la zona núcleo y el área de Refugio de la vaquita marina no son zonas altamente explotadas, deben funcionar como área de reclutamiento y de recuperación de las poblaciones de especies marinas afectadas por la pesca (Sumaila *et al.* 2000; Gell y Roberts, 2003; Hilborn *et al.* 2004; Little *et al.* 2005). La recuperación de las comunidades de peces y mamíferos marinos debe estar acompañada de una regulación para la pesca de cada una de las especies explotadas en la zona y manejada de forma independientes de los mismos organismos de su especie en el Golfo de California.

Un ejemplo es el manejo en el tiempo en que se levanta la veda del camarón, ya que no es igual para toda la región que cubre el estado de Sonora, se trata de diferenciar las condiciones ambientales de cada lugar, el estatus o clasificación del área, por ser un área natural protegida, y a su vez los decretos establecidos para la Reserva no tipifican un tipo de arte de pesca que se deba utilizar y no impacte el ecosistema marino (ver DOF, 1993; 1996; 2005).

La problemática del sector pesquero dedicado a la pesca del camarón convergen distintos intereses, tiene que ver con la conjugación de una serie de situaciones, provocado por una infinidad de causas entre las que destacan; el incremento del esfuerzo pesquero en sus distintas modalidades, problemas por las formas organizativas del sector, variedad de apoyos financieros institucionales, el intermediarismo en la comercialización, la falta de mejor mercado nacional e internacional, problemática, que ha traído como consecuencia inmediata la reducción de los ingresos per cápita, en términos de la normatividad existente, así como una politización permanente de la actividad pesquera.

Cuando se analiza el criterio social empleos no se sabe cual es la mejor alternativa, la situación actual de permisionario y en segundo lugar la de las cooperativas. Es probable que la propuesta de permisionarios por panga en lugar de los cooperativistas pueda resultar mejor en la medida que el esfuerzo se controle efectivamente y esto resulte en un mejoramiento en la población remanente de camarón y en los impactos ambientales. Esto puede suceder si la propuesta de permisionarios se fortalece con otras medidas como la delimitación de áreas de protección.

El caso de la Reserva del Alto Golfo de California es complicado y requiere de trabajo de investigación pesquera y social. El buen funcionamiento precisa de un manejo distinto, donde se establezca un número adecuado de embarcaciones menores que operen en el lugar, modernización de la flota pesquera, proponer alternativas a las embarcaciones mayores de la zona. Además, de cambios en las artes y técnicas de pesca, adecuar las vedas a las épocas que se presentan los desoves por especie en el año, y que estos sean monitoreados y evaluados por el INAPESCA para verificar si han tenido éxito en su aplicación, a través de programas a mediano plazo para incrementar el conocimiento del

manejo de la pesca, sus beneficios y los niveles de protección hacia el ecosistema (Sumaila *et al.*, 2000; Hilborn *et al.*, 2005).

Otra alternativa posible de manejo es involucrar de manera directa a los pescadores en el cuidado y manejo de la pesca, reduciendo los costos de operación, y se vuelve una responsabilidad directa de la comunidad el cuidado de su área de manejo (King y Faasili, 1999). Esta opción puede ser aplicada es la concesión territorial de la pesca en áreas contiguas a las comunidades pesqueras, como los pescadores ribereños de San Felipe que son los que pueden incidir directamente sobre el Refugio de la vaquita, ellos podrían mantener un control sobre el número de embarcaciones que van pescar en el Refugio y el tipo de captura adecuado para no impactar sobre las poblaciones de vaquita dentro del polígono.

El manejo compartido de la Reserva con los pescadores puede ser importante para disminuir el impacto sobre las áreas más críticas para la conservación y reproducción de los organismos marinos como lo es la zona núcleo y el Refugio de la vaquita, permitiendo vedas temporales en esos lugares sobre todo en las etapas críticas de la reproducción de las especies como la vaquita y totoaba (King y Faasili, 1999; Sumaila *et al.*, 2000; Gell y Roberts, 2003).

Los mayores volúmenes de producción de camarón en la parte Alto Golfo de California, por el sector de altamar y ribereño reporta que la captura de ambas flotas de camarón azul que representa el 60-80 % de la producción por temporada de pesca.

Es necesario continuar las investigaciones que incorporen nuevas medidas de manejo, estrategias que permitan generar valor agregado en los recursos pesqueros capturados y minimizar los efectos económicos adversos de la actividad pesquera o bien

cuáles deben de ser las medidas que han de tomarse para evitar daños que pudieran poner en peligro el ecosistema. La realidad actual, es que la pesca del camarón ha reducido sus cifras y ganancias en cierta medida y que el incremento del esfuerzo pesquero sigue siendo un problema.

El camarón capturado está en función directa con la talla, entonces el valor comercial de la captura y la ganancia diaria por embarcación la opción es capturar a los organismos con arte amigable para la población de camarón en la zona costera, por la cercanía y costos de operación.

Para discutir que una medida que intenta conservar los recursos pesqueros, que tanto beneficia a la actividad pesquera en su conjunto. Se requiere que la conservación sea para aprovechar y la necesidad de diseñar nuevos esquemas de corresponsabilidad entre los usuarios de los recursos pesqueros del Alto Golfo de California. En la que se deben buscar objetivos precisos para lo que se quiere alcanzar en la pesca y la conservación de la biodiversidad en este ecosistema marino (Hilborn *et al.*, 2004).

#### 4.1. Propuestas de manejo de la pesquería del AGC

En términos relativos no se debe aumentar el esfuerzo para permitir mejores rendimientos ya que se tendría acceso a mejorar la población de camarón, sobre esa base se propone un manejo compartido por cuotas de captura, la biomasa se mantendría del nivel de referencia del rendimiento estimado. En este trabajo se obtuvo valores de cuota de captura que permiten que la biomasa se mantenga y se incrementé a lo largo del tiempo, se podría considerar que si se opta una estrategia de cuota de captura para el camarón azul del Alto Golfo de California, no sea superior a las 2,400 t., si se desea un incremento en la biomasa de la especie, entonces la cuota debe disminuir aun más, la cuotas analizadas están estimadas sobre la base histórica de las capturas y en el estudio se hace evidente que hay un riesgo en el mantenimiento del nivel óptimo de la biomasa.

Se recomienda proponer y establecer comité de evaluación y que una de sus funciones sea el de proponer un sistema de cuota de captura de camarón en el período inicial de la temporada de captura (septiembre-diciembre), donde predomina el camarón azul con alto valor comercial, se daría el inicio con las fechas del actual sistema de captura en ambas flotas.

En un segundo periodo la captura podría ser dirigida a la captura del camarón café *Farfantepenaeus californiensis*, durante los meses de noviembre a febrero. La captura se realizaría únicamente por barcos o embarcaciones mayores, se recomienda capturar hasta una semana antes de que se decrete la veda de camarón en el Pacífico Mexicano.

La estimación de biomasa para camarón azul en el Alto Golfo de California muestran que la capacidad de carga del sistema para la especie camarón azul y el máximo

rendimiento sostenido puede ser de 6,325 t., para obtener este rendimiento es cual es entendida como la biomasa que nos llevaría a alcanzar el valor del rendimiento esperado (BMRS). Se calculó la tasa óptima de explotación, como punto de referencia. Sin embargo, se consideran valores precautorios de captura sobre una base histórica de datos, de tal forma que la propuesta muestra como se puede mantener el volumen de las capturas en el largo plazo.

La cuota de captura permisible de 2,200 t, de camarón azul, y de forma extraordinaria se podría monitorear las capturas en los puntos de descarga únicos y con seguimiento de avisos de arribo, en un tiempo si los usuarios ya obtuvieron su captura, de no ser así el comité de evaluación puede proponer transferir las cuotas entre las entidades económicas y ampliar en tiempo de extracción, estrategia que se debería adoptar al menos por un periodo para evaluar su efectividad.

Se propone una captura alternativa en dos tiempos distinta a la que ahora se aplica en la pesquería de camarones, el objetivo es mejorar la biomasa remanente del camarón azul para un mejor reclutamiento y potencialmente puedan incrementar los rendimientos orientado a la propuesta de capturar camarones silvestres adultos, son los que alcanzan un mayor valor en el mercado internacional.

Es importante que en la estrategias de manejo coparticipen por igual el gobierno, organizaciones no gubernamentales y los pescadores, ya que estos últimos son los que más conocen de la problemática que vive la pesca y de las soluciones que se pueden dar para mejorar su actividad económica, apoyados de la asesoría científica y económica que pueden dar las instituciones educativas a los usuarios. Un buen manejo de la Reserva puede llevar a

la sustentabilidad de la actividad pesquera y a la recuperación de las especies en peligro de extinción.

## 5. CONCLUSIONES

En el alto Golfo de California se encuentran tallas asociadas al reclutamiento, al igual que organismos de tallas grandes. Este patrón solo corresponde a esta zona, y no se presenta en la zona sur de la distribución de *Litopenaeus stylirostris*. La región sur durante 2007 mostró ausencia de reclutas y solo se observaron organismos de talla grande. Esto sugiere diferencias demográficas y posibles impactos distintos de la mortalidad por pesca.

El gradiente latitudinal de *L. stylirostris* también mostró que la zona norte es la que presenta un mayor rendimiento, ya que el indicador de abundancia relativo fue más alto para la zona norte y disminuye gradualmente hacia el sur.

La solución del modelo global de rendimiento, proporciona por primera vez un punto de referencia para el aprovechamiento de *L. stylirostris*. Se estimó el rendimiento máximo en un valor de 6,325 t. Este valor está asociado con el patrón de estabilidad de la captura por unidad de esfuerzo durante el periodo de 1996 a 2007.

La cuota de captura sugerida de 2,200 t permite que la biomasa no caiga durante las proyecciones a futuro. Sin embargo, se debe seguir una estrategia de manejo adaptativo y revisar el desempeño de la medida adoptada a través del tiempo. Bajo este enfoque es posible que la actividad perdure en el área natural protegidas del Alto Golfo de California.

## 6. LITERATURA CITADA

Aguirre-Osorio, J. y J. C. Romero Sedano. 2002. Caracterización del ciclo de vida del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en la bahía de Agiabampo Sonora-Sinaloa. Instituto Tecnológico del Mar No.3. Guaymas, Sonora, México. Tesis de Licenciatura. 85 pp.

Aguirre-Villaseñor, H., E. Morales Bojórquez, R. Morán-Angulo, J. Madrid-Vera y M. Valdéz-Pineda, 2006. Biological indicators for the Pacific sierra (*Scomberomorus sierra*) fishery in the southern Gulf of California, Mexico. Ciencias Marinas. 32(3): 471-484.

Alcántara-Razo, E. 2005. Índice de producción de huevos, reclutamiento reproductivo y distribución de la biomasa de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el frente costero de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 75 p.

Alvarado-Romero, D. P. 2002. Comparación de la Captura de camarón con dos tipos de arte de pesca (suripera y chango) en aguas protegidas de la Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico del Mar, Guaymas, Sonora. 63 pp. Anónimo. 1950. Reporte biológico. Vol. 1 Instituto de Pesca del Pacífico. 23 pp

Anónimo, 2003. Plan de manejo para la pesquería camarón, INP, México. 10 p.

- Aragón-Noriega, E. A., M. A. Cisneros-Mata, E. Alcántara-Razo, W. Valenzuela-Quiñónez y A. R. García-Juárez. 2007. Habitat utilization by the reproductive stock of the brown shrimp *Farfantepenaeus californienesis* in the central Gulf of California. *Journal of Shellfish Research*. 26: 1-6.
- Aragón-Noriega, E. A. 2005. Reproductive output of the blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (DECAPODA: PENAEIDAE) in the Gulf of California coast of Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. *Journal of Shellfish Research* 24 (2):597-601.
- Aragón-Noriega E. A. y E. Alcántara-Razo. 2005. Influence of sea surface temperature on reproductive period and size at maturity of brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Gulf of California. *Marine Biology*. 146 : 373–379.
- Aragón-Noriega, E.A. y A.R. García-Juárez. 2002. Reclutamiento de postlarvas de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) a condiciones antiestuarinas provocadas por actividades antropogénicas. *Hidrobiología*. 12(1):37-46.
- Aragón-Noriega, E. A. 2000. Ecología del reclutamiento del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) en el Alto Golfo de California. Tesis de Doctorado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada 117 pp.
- Aragón Noriega E. A. 2001. Estado actual de producción de camarón en el Pacífico mexicano: Pesca y Cultivo p. 53-59. In V. Castro-Castro, M. Y. Sokolov y A. de Jesús-Navarrete (eds.) *Memorias del Primer Foro de Pesca y Acuicultura de la Costa de Chiapas*. El Colegio de la Frontera Sur.

- Aragón Noriega E. A., C. Cervantes Valle, A. R. García Juárez y L. E. Calderón Aguilera 1999. Evaluación del stock desovante de camarones peneidos del Norte del Golfo de California. *Revista Ciencia y Mar* 9:3 7-48.
- Aragón-Noriega E.A. y L.E. Calderón-Aguilera. 2000. Does damming the Colorado River affect the nursery area of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Decapoda:Penaeidae) in the Upper Gulf of California?. *Revista Biología Tropical*. 48(4):867-871.
- Arreola-Lizárraga, J. A., L. G. Hernández-Moreno, S. Hernández-Vázquez, F. J. Flores-Verdugo, C. Lechuga-Deveze y A. Ortega-Rubio. 2003. Ecology of *Callinectes arcuatus* and *C. bellicosus* (DECAPODA, PORTUNIDAE) in a coastal lagoon of Northwest Mexico. *Crustaceana*. 76 (6): 651-664.
- Arreola-Lizárraga, J. A., E. A. Aragón-Noriega, L. G. Hernández-Moreno, S. Hernández-Vázquez y A. Ortega-Rubio. 2004. Co-occurrence, habitat use and abundance of shrimps *Farfantepenaeus californiensis* and *Litopenaeus stylirostris* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in a coastal lagoon on the Gulf of California. Pp. 417-537, in: M. E. Hendrickx (Ed.). *Contribuciones al estudio de los Crustáceos del Pacífico Este [Contributions to the study of east Pacific Crustaceans 3]*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 245 pp.
- Atran SM, Loesch JG. 1995. An analysis of weekly fluctuations in catchability coefficients. *Fishery Bulletin* 93: 562-567.
- Avalos-Hernández M., 1974. Desarrollo histórico de las pesquerías de camarón (*Penaeus* sp) y totoaba (*Cynoscion macdonaldi*) en la parte norte del Golfo de California.

- Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. 37 pp.
- Ayala-Castañares, A. M; Gutiérrez-Estrada y V. M. Malpica. 1990. Morfosedimentología de la laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 17(2): 257-270.
- Balmori Ramírez A. 1999. Redes de arrastre p. 1-46: Redes de enmalle y agalleras: p. 1-26. In. A. Sánchez-Palafox (eds.) Catálogo de los sistemas de captura de las principales pesquerías comerciales. INP. SEMARNAP.
- Baily-Brock, J. H. y S. M. Moss, 1992. Penaeid taxonomy, biology and zoogeography. In: Fast, A. W. and Lester, L. J. (editors). Marine shrimp culture: principles and practices. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 9-28.
- Bakun, A. 1996. Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics. University of California Sea Grant, San Diego, California, USA in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México. 323 p
- Barreiro-Güemez, T. 1986. Estudio sobre la madurez y desove de *Penaeus vannamei* y *P. californiensis* (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) en la costa sur de Sinaloa. En: Memorias del Primer Intercambio Académico sobre Investigaciones en el Mar de Cortes. Hermosillo, Sonora, México, pp. 1-29.
- Barrett B. y Ralph E. 1977. Environmental conditions relative to shrimp production in coastal Louisiana along with shrimp catch data for the Gulf of Mexico. Tech. Bull. 26. Dpto. Wildlife Fisheries.
- Bauchau, A. G. 1981. Crustaceans. In: Ratcliffe N. A. and Rowley, A. F. (editors). Invertebrate blood cells. Academic Press, London and New York, pp. 385-420.

- Beddington, J.R. y R.M. May. 1977. Harvesting natural populations in a randomly fluctuating environment. *Science*, 197: 463-465.
- Bell, T. A. y D. V. Lightner, 1988. A handbook of normal penaeid shrimp histology. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, 114 pp.
- Bernard, A. T. F. y P.W. Froneman. 2005. Population dynamics of the caridean shrimp *Palaemon peringueyi* in a temperate temporarily open/closed southern African estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 63:73-81.
- Beverton R.J.H. y Holt S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser. 2 Mar. Fish. G. B. Minist. Agric. Fish. Food No. 19*.
- Beverton R.J.H. y Holt S.J. 1959. A review of the lifespan and mortality rates of fish in nature and the relation to growth and other physiological characteristics. *Ciba Found Colloq. Ageing*, 5: 142-177.
- Blake, B. F. y A. Menz. 1980. Mortality estimates for *Penaeus vannamei* Boone from a Mexican coastal lagoon system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 45: 15-24.
- Blake, B.F, A. B. Bowers, y E. Naylor. 1979. Ecology and *Penaeus* fishery of a coastal lagoon system in W. Mexico. Report of the University of Liverpool/National Autonomous University of Mexico. Lagoon Research Project 1973-1979. 56 pp.
- Brito-Castillo, L., S. Díaz-Castro, C.A., Salinas-Zavala y A.V. Douglas. 2003. Reconstruction of long-term winter streamflow in the Gulf of California continental watershed. *Journal of Hydrology*. 28:39-50.
- Cabrera, J. J. 1970. Informe sobre los programas de biología de camarón en los planes piloto Escuinapa y Yavaros (Report of the programmes of Shrimp Biology in the

- pilot study of Escuinapa and Yavaros). Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México. 12 p.
- Caddy, J.F. 1999. Algunas consideraciones a propósito de la definición de stocks compartidos y su distribución entre zonas económicas adyacentes. FAO Circular de Pesca 749: 52p.
- Caddy, J.F. y R. Mahon. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 347. Roma, FAO. 109 p
- Cetina, M, R. Rajar, M. Pintar y F. González-Farias. 2002. Modeliranje onesnaževanja mehiških laguns poljedelskih površin-prvi del: metodologija (Modelling of agricultural pollution in Mexican lagoons) - Part 1: Methodology. Acta hydrotechnica 20: 371-386.
- Cisneros-Mata M, Motemayor López, G y Román Rodríguez, MJ. 1995. Life history and conservation of *Totoaba mcdonaldi*. Conservation Biology. 9. 806-814.
- Cisneros, M. 2001. Pesca y manejo pesquero en el Golfo de California. Estudios sociales. 11:57-99
- Chang, E. S. 1992. Endocrinology. In: Fast, A. W. and Lester, L. J. (editors). Marine shrimp culture: principles and practices. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 53-91.
- Chapa, S. G. 1966. La laguna de Caimanero, su producción camaronera y proyecto para la realización de obras encaminadas a su incremento (Caimanero lagoon, the shrimp production and a Project for increasing it). Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas-Pesqueras, México, D. F. Serie de Trabajos de Divulgación No. 103, II: 1-37.

- Chapa-Saldaña, H. y R. Soto-López. 1969. Relaciones de algunos factores ecológicos con la producción camaronera de las lagunas litorales de sur de Sinaloa, México. (Relationship of some ecological factors and shrimp production of the littoral lagoons in the south of Sinaloa, México) In: Ayala-Castañares, A. and Phleger, F. B. (Eds) Coastal lagoons A symposium. UNAM-UNESCO. Mexico, D. F. 28-30 Nov 1967: 653-662.
- Chul-Woong, O. y R. G. Hartnoll. 1999. Size at sexual maturity, reproductive output, and seasonal reproduction of *Philocheras trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *Journal of Crustacean Biology*, 19(2): 252-259.
- Contreras, F. 1985. Lagunas costeras. Centro de Ecodesarrollo y Secretaria de Pesca, México. 235 p.
- Coppola S. R., Garcia S. M. y Willmann R. 1992. Software for bio-economic análisis of fisheries BEAM 1 and BEAM 2. Simple bio-economic analytical simulation model for sequential fisheries on tropical shrimp, using age groups or commercial categories. FAO-COMPT INF. SER. FISH 1, FAO Roma 58 pp.
- Courtney, A. J. y J. M. Masel. 1997. Spawning stock dynamics of two penaeid prawns, *Metapenaeus bennettiae* and *Penaeus esculentus*, in Moreton Bay, Queensland, Australia. *Marine Ecology Progress Series*. 148:37-47.
- Cudney B. R., y P. Turk. 1998. Pescando entre mareas del Alto Golfo de California. Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. CEDO, A.C.
- Dall, W. B. J. Hill, P. C. Rothlisberg y D. J. Staples, 1990. The Biology of the Penaeidae. En: J. H. S. Blaxter and A. J. Southward (eds.), *Adv. in Mar. Biol.* Vol. 27. Academic Press, London, pp. 1-489.

- Da Silva J. 1986. River runoff and shrimp abundance in a tropical coastal ecosystem. The example of the Safala Bank (Central Mozambique). Vol. 67, NATO, ASI Series.
- Dall, W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg, y D.J. Staples, 1990. The biology of the Penaeidae. In: Blaxter J.H.S. & A.J. Southward. Advances in Marine Biology. Academic Press, London, 27: 1-489
- Dall, W.B. 1974. Indices of nutritional state in the western rock lobster, *Panulirus longipes* (Milne Edwards) I. Blood and tissue constituents and water content. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 16, 167-180.
- Del Valle-Lucero, I. y P. Martin. 1995. Interannual variation in the catch and mean length of penaeid shrimp in the lagoons and coastal waters of Sinaloa, NW Mexico, and their possible link with environmental factors. ICES Marine Sciences Symposium, 199: 370-378.
- Del Valle-Lucero, I. 1989. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 266 pp.
- Diario Oficial 1993. Diario Oficial de la Federación. 10 de junio de 1993. Secretaría de Gobernación. México.
- Díaz de León-Corral, A. J. 1993. Exploitation and management of the Sinaloa shrimp fishery, Mexico. Doctoral Thesis. Imperial College in the Faculty of Science of the University of London. 319 p.
- Die, D. J. y R. A. Watson. 1993. A per recruit model simulation for evaluating spatial closures in an Australian penaeid fisheries. Aquatic Living Resources 5:145-153.

- Edwards, R. R. C. 1978. The fishery and fisheries biology of the penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. *Oceanography and Marine Biology Annual Reviews*, 16: 145-180.
- FAO, 2007. Anuarios de Estadísticas de pesca. Cuadros resumidos 2005. Producción pesquera: estimación del valor por grupos de especies. 3 p. <http://www.fao.org/fi/statist/statists.asp>).
- Folmer, O. y M. Pennington, 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fish. Res.*, 49:165-178.
- Fortin M. J. y J. Gurevitch. 2001. Mantel Tests: Spatial structure in field experiments. En: M. Scheiner y J. Gurevitch (eds.) *Design and analysis of ecological experiments*. 2 edición. Oxford University Press. New York. 415 p.
- García, S. y L. Le Reste. 1987. "Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros". FAO Doc. Téc. Pesca No. 203 p.
- García, S. y S. LeReste. 1982. Ciclos vitales, dinámica, aprovechamiento y ordenación de camarones peneidos costeros. FAO. Doc. Tec. Pesca 203: 1-180.
- García, S. 1988. Tropical Penaeid prawns. En: Gulland J. A. (ed) *Fish Population Dynamics*. Jhon Wiley. Chichester. 219-249 pp.
- García, S. & L. Le Reste, 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal peneid shrimp stocks. FAO Fish. Tech. Pap., (203): 215 pp.
- García, S. 1985. Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited Penaeid shrimp populations. En: Rothlisberg P. C., B. J. Hill, and D. J. Staples, (eds) *Second Australian National Prawn Seminar*. Cleveland Australia. 139-158 pp.

- García-Borbón, J. E. Balart, J.J. Gallo y P. Loreto. 1996. Pesquería de camarón. En: Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (Eds). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, Gob. del estado de Baja California Sur, FAO, UABCS, CIBNOR, CICIMAR, INP y CETMAR. p.188-206
- García-Gómez, M. 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y del camarón azul *Penaeus stylirostris* Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. In: INP-FAO editors. Memorias del Simposio sobre biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Sonora, México: S.I.C. Subsecretaria de Pesca, Instituto Nacional de Pesca. Vol. I. 131-139. Pp
- García-Juárez A.R., G. Rodríguez-Domínguez y D. B. Lluch-Cota. 2009. La cuota de captura de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* como instrumento de gestión. Ciencias Marinas. 35(3):297-306.
- Garduño-Argueta, H. y Calderón-Pérez, J. A. 1994. Abundancia y maduración sexual de hembras de camarón (*Penaeus* spp) en la costa sur de Sinaloa, México. Ciencias Marinas, 1: 27-34.
- Gayanilo, F. C., Jr. y D. Pauly, (eds.), 1997. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT) reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries), (FAO, Rome) 8: 1-262.
- Gracia, A. 1996. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. Marine and Freshwater Research. 47: 59-65.
- Gillanders, B.M., K.W. Able, J.A.Brown, D.B. Eggleston y P.F. Sheridan. 2003. Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an

important component of nurseries. Marine Ecology Progress Series. 247:281-295.

Gómez-Aguirre, S. y B. Rivero-Beltrán. 1987. Variación estacional de *Sagita euneritica* (Chaetognata) en la Laguna de Agiabampo, México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Zoológica. 58(2):697-706.

Grijalva-Chon, J. M. y R. H. Barraza-Guardado. 1992. Distribución y abundancia de las postlarvas y juveniles de los camarones del genero *Penaeus* en Bahía Kino y laguna de La Cruz, Sonora, México. Ciencias Marinas 18: 153-169.

Gulland, J. A. y B. J. Rothschild (Eds.). 1984. Penaeid shrimps – their biology and management. Fishing News Books, Farhanm, Inglaterra. 308 pp.

Gustafsson, J., A. Salo y T. Gustafsson. 2001. Multiple criteria decision making in the new millennium, Köksalan, S. Zionts (eds.), Lecture notes in economics and mathematical systems. Springer-Verlag, Berlin. 507 p

Haddon, M. 2001. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman y Hall. Boca Raton. 406 pp.

Hannesson R. 1993. Optimal catch capacity and fishing effort in deterministic and stochastic fishery models. Fishery Research. 5:1-21.

Hayes, B. D. 2000. A biological reference point based on the Leslie matrix. Fishery Bulletin. 98:75–85.

Hendrickx M; E. J. Salgado-Barragán y M. A. Maeda-Martínez. 1995. Abundance and diversity of macrofauna (fish and decapod crustaceans) in *Penaeus vannamei* culture ponds in Western Mexico. Aquaculture 143: 61-73.

- Hernández C. A. 1976. Sinaloa y algunos aspectos de la industria camaronera. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones S.I.C. Subsecretaria de Pesca Instituto Nacional de Pesca. Tomo II. 447-516.
- Hernández, C. A. 1988. Camarón del Pacífico. Los Recursos Pesqueros del País. Instituto Nacional de la Pesca XXV aniversario. SEPESCA, México 303-312 p.
- Hilborn, R. and Mangel, M. 1997. The ecological detective. Confronting models with data. Monographs in population biology. Princeton Academic Press. 315 pp.
- Hilborn, R y C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- ICES. 1988. Reports of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, 1987. ICES Cooperative Research Reports. 153: 415 p.
- Instituto Nacional de la Pesca (INP), 2001. Camarón del Océano Pacífico. En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. 1997-98. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 5-62:691 pp.
- Integrated Taxonomic Information System, National Museum of Natural History, Washington, D.C. (<http://www.itis.usda.gov/>)
- Johnson, P. T. 1980. Histology of the blue crab, *Callinectes sapidus*. A model for the Decapoda. Praeger, New York, 440 pp.
- Kimura DK. 1981. Standardized measures of relative abundance based on modeling log (CPUE), and the application to Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*). Journal of Cons int Exploration de la Mer. 39:211-218.

- King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books, Australia, 338 pp.
- Kjerfve, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: D. A. Wolfe (ed.), Estuarine variability. Academic Press Inc., San Diego, California, pp. 63-81.
- Lavín, M. F; E. Palacios-Hernández, y C. Cabrera. 2003. Sea surface temperature anomalies in the Gulf of California. *Geofísica Internacional*. 42: 363-375.
- Lazier J. R. N. y K. H Mann. 2006. Dynamics of Marine Ecosystems: biological-physical interactions in the oceans. 3ra ed. Blackwell Publishing Ltd. MA, USA. 489 p.
- Leal-Gaxiola, A. 1999. Análisis de la variabilidad interanual en el patrón reproductivo y talla de primera madurez sexual del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes 1900) en el litoral sonorense. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México. 55 pp.
- Leal-Gaxiola A., J. López-Martínez, E. A. Chávez, S. Hernández-Vazquez y F. Méndez-Tenorio. 2001. Interannual variability of reproductive period of the brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) (Decapoda, Natantia). *Crustaceana*, 74(9): 839-851.
- Liermann, M., & R. Hilborn, 1997. Depensation in fish stocks: a hierarchic Bayesian meta-analysis. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences*. 54: 1976-1984.
- Lluch-Belda, D., S. Guzman y R. L. Soto. 1972. Programa camarón del Pacífico. Resultados parciales de muestreos en lagunas costeras del Noroeste. (Pacific shrimp programme. Partial results of Surveys in Coastal lagoons of the

Northwest). Informe Tecnico INP/S1: 14, Instituto Nacional de la Pesca, México: 1-3.

Lluch-Belda, D. S. Hernández, D. Lluch-Cota, C. Salinas, F. Magallón y F. de Lachica.

1991. Variación climática y oceanográfica global: sus efectos en el Noroeste mexicano. *Ciencia y Desarrollo*, 17(98): 79-88.

Lluch-Cota, D.B., W.S. Wooster y S.R. Hare, 2001. Sea surface temperature variability in coastal areas of the Northeastern Pacific related to the El Niño-Southern Oscillation and Pacific Decadal Oscillation. *Geophysical Research Letters* 28(10): 2029-2032.

Lluch-Cota, S.E., E.A. Aragón-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Aurióles-Gamboa, J.J. Bautista-Romero, R.C. Brusca, R. Cervantes-Duarte, R. Cortés-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel-Herrera, G. Fernández, M.E. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez, H. Herrera-Cervantes, M. Kahru, M. Lavín, D. Lluch-Belda, D.B. Lluch-Cota, J. López-Martínez, S.G. Marinone, M.O. Nevárez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios-Castro, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez-Rodríguez, C.A. Salinas-Zavala, R.A. Schwartzlose, & A. Sierra-Beltrán, 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges (Review). *Progress in Oceanography*, 73:1-26.

Lo, N.C.H., L.D. Jacobson y J.L. Squire, 1992. Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 49: 2515-2526.

Loesch, H. C. 1980. Some ecological observations on show-swimming nekton with emphasis on Penaeidae shrimp in a small Mexican west coast estuary. *Anales del*

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 7: 15-26.

Loesch H. C. y D. Avila. 1966. Observaciones sobre la presencia de camarones juveniles en dos esteros de la costa del Ecuador. Bol. Cient. Inst. Pesca Ecuador. 1(8):1-30.

López, G. L. 1967. Estudio sobre las migraciones de postmisis de *Penaeus vannamei* Boone. (Preliminary study of migrations of postmysis of *Penaeus vannamei* Boone). Proceedings of the World Science conference on the Biology and Culture de Shrimp and Prawns. FAO Fish. Rep. 57,2:405-415.

López-Martínez, J. C. Rabago-Quiroz, M. O. Nevarez-Martínez, A. R. García-Juárez, G. Rivera-Parra y J. Chavez-Villalba. 2005. Growth, reproduction, and size at first maturity of blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) along the east coast of the Gulf of California, Mexico. Fisheries Research. 71: 93–102.

López-Martínez, J. F. Arreguín-Sánchez, S. Hernández-Vázquez, A.R. García-Juárez y W. Valenzuela-Quiñónez, 2003. Interannual variation of growth of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and its relation to temperature. Fisheries Research. 61: 95-105

López Martínez, J. F. Arreguín Sánchez, S. Hernández Vázquez, E. Herrera Valdivia, y A.R. García Juárez. 2002. Dinámica poblacional del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) en el Golfo de California: Variabilidad interanual. En: M. Hendrickx (Ed.). Contribuciones al Estudio de los crustáceos del Pacífico Este. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. p. 209-219.

- López-Martínez J, Lluch-Cota D.B, Arreguín-Sánchez F, Hernández-Vázquez S. 2000. Population dynamics of brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Gulf of California as related to El Niño events. In: Wooster WS, LeBlond PH, Allen RL, Leaman BM, Low LL, Tillman MF (eds.), Beyond El Niño: A Conference on Pacific Climate Variability and Marine Ecosystems Impacts, from the Tropics to the Arctic. La Joya, Cal.U.S.A. 23-26 March. 98 pp.
- López-Martínez, J. 2000. Dinámica de la pesquería de camarón café (*Penaeus californiensis*) en el litoral sonorense y su relación con algunos parámetros océano-atmosféricos. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politecnico Nacional. 161 pp. +anexo.
- López-Martínez, J. E. Morales-Bojorques, F. Paredes-Mallón, D. Lluch-Belda y C. Cervantes. 2000. La pesquería de altamar de Sonora. En: D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S. E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz (eds), BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. CIBNOR, CICIMAR, CONACYT, La Paz, México, 301-312 pp.
- López-Martínez, J. F. García-Domínguez, E. Alcántara-Razo y E.A. Chávez. 1999. Periodo reproductivo y talla de madurez masiva del camarón de roca *Sicyonia penicillata* (Decapoda: Sicyoniidae) en Bahía Kino, Sonora, México. Revista de Biología Tropical, 47(1-2): 109-117.
- Love, M.S. and A.J. Brooks. 1990. Size and age at first maturity of the California halibut, *Paralichthys californicus*, in the Southern California Bight. Pp. 167-174 in: The California halibut, *Paralichthys californicus*, resource and fisheries. California Fish and Game Fisheries Bulletin.

- Love, M. S. y K. Johnson. 1999. Aspects of the life histories of grass rockfish, *Sebastes rastrelliger*, and brown rockfish, *S. auriculatus*, from southern California. Fishery Bulletin, 87: 100-109. King, 1995
- Macias-Regalado, E. 1973. Estudio sobre patrones de distribución de postlarvas de camarón del género *Penaeus* durante sus movimientos entre el mar y las lagunas costeras (A study of patterns of distribution of postlarval *Penaeus* during their movements between the sea and coastal lagoons) Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 1-62.
- Madrid-Vera, J., F. Amezcua y E. Morales-Bojórquez, 2007. An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. Fisheries Research. 83: 81-89.
- Magallón-Barajas, F. J. 1987. The pacific shrimp fisheries of Mexico. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigation Reports, 28: 43-52.
- Magallón-Barajas, F. J. y P. P. Jaquemin. 1976. Observaciones biológicas sobre tres especies comerciales en las costas de Sinaloa, México. (Biological observations on three species of commercial shrimp on the coasts of Sinaloa, México). Memorias, Simposio sobre Biología, Dinámica Poblacional de camarones, Guaymas, México, 2:1-27
- Mathews, C. P. and Samuel, M. 1991. Management and research strategies of Kuwait's trawl fisheries. In: N. Daan, and M. P. Sissenwine (eds.), Multispecies models relevant to management of living resources. ICES. Marine Sciences Symposium. 193. pp. 330-340.

- Mathews, C. P. 1981. A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to Mexico. *Kuwait Bulletin of Marine Science*, 2: 325-409.
- McAllister MK, Kirkwood GP. 1998. Using Bayesian stock decision analysis to help achieve a precautionary approach for managing developing fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55: 2642-2661.
- Menz A. y B. F. Blake. 1980. Experiments on the growth of *Penaeus vannamei* Boone. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 48: 99-111.
- Morales-Bojórquez E, López-Martínez J, Hernández-Vázquez S. 2001. Dynamic catch-effort model for the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes) from the Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*. 27(1): 105-124.
- Morales-Bojórquez E, López-Martínez J. 1999. The brown shrimp fishery in the Gulf of California, Mexico. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 40:28.
- Morales-Bojórquez E. 1999. Análisis del error de proceso y de observación en la estimación del reclutamiento de la sardina del Pacífico, *Sardinops sagax caeruleus* (Girard), en la costa suroeste de la Península de Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 25(4): 597-608.
- Morales-Bojórquez, E., López-Martínez, J. and Hernández-Vázquez, S. 2001. Dynamic catch-effort model for the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes) from the Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*. 27(1): 105-124.

- Motoh, H. 1984. Biology and ecology of *Penaeus monodon*. Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimp. SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo City, pp. 27-36.
- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtschien, J. and Wasserman, W. 1996. Applied linear statistical models. McGraw-Hill. Irwin. 1408 pp.
- NOM-002-PESC-1993. Diario Oficial de la federación. 31 de Diciembre de 1993.
- Oh, C. W. y R. G. Hartnoll, 1999. Size at sexual maturity, reproductive output, and seasonal reproduction of *Philocheiras trispinosus* (Decapada) in Port Erin Bay, Isle of Man. *Journal of Crustacean Biology*. 19(2): 252-259.
- Olguín-Palacios, M. 1967. Estudio de la biología del camarón café *Penaeus californiensis* Holmes. *FAO Fisheries Report*, 57(2): 331-356.
- Ortiz, M., C.M. Legault & N. Ehrhardt, 2000. An alternative method for estimating bycatch from the U.S. shrimp trawl fishery in the Gulf of Mexico, 1972–1995. *Fish. Bull.*, 98: 583-599.
- Ortega, S. A. y P. A. Nuñez. 1974. Migración de postlarvas de camarón *Penaeus spp.* entre Mazatlán, Sinaloa y San Blas, Nayarit, México. (Migration of postlarvae of *Penaeus spp.* between Mazatlán, Sinaloa and San Blas, Nayarit, Mexico) V. Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, Mexico, octubre 1974.
- Pauly, D. 1982. A method to estimate the stock-recruitment relation of shrimps. *Transactions of the American Society*. 111: 13-20.

- Pauly D. y F. Arreguín-Sánchez, 1995. Improving Shepherd's length composition analysis (SLCA) Method for Growth parameter estimation. NAGA ICLARM Q. 18(4):31-33.
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for the analysis of length frequency data in fish and aquatic invertebrates. ICLARM Conf. Proc. 13:7-34.
- Pennington, M. y T. Stromme, 1998. Surveys as a research tool for managing dynamics stocks. Fisheries Research. 37: 97-106.
- Pennington, M., 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. Biometrics, 39: 281-286.
- Pennington, M., 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. Fish. Bull., 84: 519-525.
- Pennington, M., 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. Fish. Bull., 94: 498-505.
- Pérez-Farfante, I. 1988. Illustrated key to penaeid shrimps of commerce in the Americas. NAOO Technical Report NMFS 64. Abril 1988.
- Polacheck T, Hilborn R, Punt A. 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 2597-2607.
- Poli, C.R. y Calderón-Pérez, J. A. 1987. Efecto de los cambios hidrológicos en la boca del río Baluarte sobre la inmigración de las postlarvas de *Penaeus vannamei* Boone y *P. stylirostris* Stimpson al sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sin., México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 14(1): 29-44.

- Pope J. G, Shepherd JG. 1985. A comparison of the performance of various methods for tuning VPAs using effort data. *Journal of Cons int Exploration de la Mer*. 42: 129-151.
- Punt A, Hilborn R. 1996. Biomass dynamic models. User's manual. FAO computerized information series (Fisheries). No.10. Rome. 62 p.
- Punt A, Japp DW. 1994. Stock Assessment of the Kingklip (*Genypterus capensis*) resource off South Africa. *South African Journal of Marine Sciences* 14: 133-149.
- Punt A. 1992. Selecting management methodologies for marine resources, with an illustration for southern African hake. *South African Journal of Marine Sciences*. 12: 943- 958.
- Punt A. 1994. Assessment of the stocks of Cape hake (*Merluccius spp*) off South Africa. *South African Journal of Marine Sciences*. 14: 159-186.
- Punt, A. and Japp, D. W. 1994. Stock Assessment of the Kingklip (*Genypterus capensis*) resource off South Africa. *South African Journal of Marine Sciences* 14: 133-149.
- Quinn II T.J; R.M. Fagen y J. Zheng. 1990. Threshold management policies for exploited populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 47: 2016-2029.
- Rábago-Quiroz, C. H. 1999. Crecimiento, patrón de reclutamiento y talla de primera madurez sexual del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1871), en el litoral sonoreño. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Los Mochis, Sinaloa. 66 pp.
- Re, A.D. F. Díaz, E. Sierra y S. Gómez-Jiménez. 2004. Consumo de oxígeno, excreción de amonio y capacidad osmorreguladora de *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson)

- expuesto a diferentes combinaciones de temperatura y salinidad. *Ciencias Marinas*. 30(3):443-453.
- Reeves, J.E. 1974. Comparisons of long-term yields from catch quotas and effort quotas under conditions of variable recruitment. ICNAF Research Documents. 74/31 16 pp.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research of Board Canada*. 191: 382 p.
- Rikhter V. A. & Efanov V. N. 1976. On one of the approaches to estimation of the natural mortality of fish population ICNAF. Res. Doc 76/VI/8: 12 p.
- Riera, P. P.A. Montagna, R.D. Kalke y P. Richard. 2000. Utilization of estuarine organic matter during growth and migration by juvenile brown shrimp *Penaeus aztecus* in a South Texas estuary. *Marine Ecology Progress Series*. 199:205-216.
- Roa, R. B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, 95: 570-580.
- Robertson, D. N. y M. J. Butler IV. 2003. Growth and size at maturity in the spotten spiny lobster *Panulirus guttatus*. *Journal of Crustacean Biology*, 23(2): 265-272.
- Roden G. I. y I. Emilsson, 1980. Oceanografía física del Golfo de California. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, contribución No. 90, 67 pp.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1981. Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*, 1(2): 1-19.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1976. Distribución de los estados larvales y postlarvales de los géneros de la familia Penaeidae en la parte central y norte del Golfo de California. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de*

- Camarones S. I. C./ Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Tomo I. Guaymas, Sonora, México. 316-350 pp.
- Rodríguez de la Cruz, M. 1975. Resultados de los muestreos en aguas protegidas del litoral Sonorense, temporada 1975. Inst. Nac. de Pesca México. 3-4.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. y F. J. Rosales Juárez. 1975. Los camarones del noroeste de México. INP/ SI. 60 pp.
- Rodriguez-Dominguez G., N Castañeda-Lomas, J. A. Felix-Ortiz, R. M. Garduño-Gil, L. G. Rodríguez-Delgado, M. Cardenas-Valdéz y A. Avantes. 2002. Aplicación del análisis multicriterio para evaluar diferentes soluciones a la problemática de la pesquería de camarón entre sectores en las costas de Sinaloa, México. Informe Final, Unioversidad Autonoma de Sinaloa 56 p.
- Romero-Sedano, C, E. A. Aragón-Noriega, M. Manzano-Sarabia, C. A. Salinas-Zavala y A. R. García-Juárez. 2004. Reproductive period of brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) in the Agiabampo coastal lagoon System, Sonora/Sinaloa, México. Ciencias Marinas 30(3): 465-475.
- Rosas Cota J. A., V. M. García Tirado y J. R. González Camacho 1996. Análisis de la pesquería de camarón de altamar en San Felipe, B. C. durante la temporada de pesca 1995 – 1996. Boletín CRIP Ensenada INP - SEMARNAP 2:23-30
- SAGARPA 2004. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 268 p.
- SAGARPA 2001. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 260 p.

- Santamaría-del Angel, E; S. Alvarez-Borrego y F.E. Müller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research*. 99:7411-7421.
- Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission*. 1:27-56.
- Scheiner, S. M. y J. Gurevitch. 2001. *Design and analysis of ecological experiments*. Oxford University Press, inc. New York. 415 pp.
- Semarnat. 2002. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo. México.
- Shepherd, J. G. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data p. 113-119. In D. Pauly y G. R. Morgan (eds). *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13,468 p.
- Sephard, F. P. 1973. Revised classification of marine shorelines. *Journal of Geology*. 45: 602-624.
- Sissenwine, M.P. 1978. Is MSY an adequate foundation for optimum yield? *Fisheries* 3(6): 22-24.
- Sheridan P. 1996. Forecasting the fishery for pink shrimp, *Penaeus duorarum*, on the Tortugas Grounds, Florida. *Fisheries Bulletin*. 94: 743-755.
- Sierra, R.P. y E. Zárate. 1998. Evaluación de la población de camarón del Pacífico durante la veda de 1998 y criterios para la apertura de la temporada de captura 1998-1999. Dictamen técnico. Inst. Nac. Pesca, México, mimeo. 78 pp.

- Sissenwine, M.P. 1978. Is MSY an adequate foundation for optimum yield? *Fisheries* 3(6): 22-24.
- Siu Quevedo, M. E. 1995. Composición específica y abundancia de postlarvas de *Penaeus* spp (crustacea decápoda) en el canal ostial del sistema laguna Huizache-Caimanero y en la zona litoral adyacente en Sinaloa, México. Tesis de Maestría. CICESE Ensenada, B. C. 79 pp.
- Solana, S. R., and Arreguín-Sánchez, F. 1993. Cambios estacionales de la abundancia del camarón café (*Penaeus aztecus*) de la zona noroccidental del Golfo de México y su relación con parámetros ambientales. *Ciencias Marinas* 19(2):155-168.
- Solis, N. B. 1988. Biology and ecology. In: *Biology and culture of Penaeus monodon*. SEAFDEC, Brackish water aquaculture Information System. Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center, Tigbauan, Iloilo, pp. 3-15.
- Soto-Espinoza, T. G. 2003. Estado del conocimiento y clasificación de las lagunas costeras del Estado de Sonora, México. 1-101. Bachelor's Thesis. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 21. Bacúm, Sonora, México.
- Soto L. R. 1969. Mecanismo hidrológico del sistema de lagunas litorales Huizache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronera. (Hydraulic mechanism of the Littoral Lagoon system Huizache-Caimanero and its influence on shrimp Production) Universidad Autonoma de Baja California, México: 1-75.
- Soto, L. R. y R. Bush. 1975. Análisis de los muestreos de camarón en los esteros del sur de Sinaloa. Temporada 1973. (Análisis of Shrimp samples in the Esteros of the

- South of Sinaloa, 1973) Programa camarón del Pacífico. Instituto Nacional de la Pesca México. INP/S1:15 p.
- Soto-Mardones, S. Marinote S. G. Parés-Sierra A. 1999. Time and spatial variability of sea surface temperatura in the Gula of California. *Ciencias Marinas*. 25:1-30
- Sparre P. y S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca no. 306.1Rev., 440 pp.
- Sullivan, K. J. 1991. The estimation of parameters of the multispecies production model. ICES. Marine Sciences Symposium. 193: 185-193.
- Tanaka E. 1997. A model of catchability of developing fishery. *Fisheries Sciences*. 63(4): 496-502.
- Valdés-Holguín, J.E. 1994. Variaciones diarias de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila a, en una laguna hipersalina del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 20(2):123-137.
- Valenzuela-Quiñónez, W., E.A. Aragón-Noriega, J.A. Arreola-Lizárraga, H.M. Esparza-Leal, and C.A. Salinas-Zavala. 2008. The Pacific yellowleg shrimp, *Farfantepenaeus californiensis*, on the continental shelf and in adjacent lagoons: is there a response to differences in depth?. *Crustaceana* 81(2):129-141.
- Valenzuela-Quiñónez, W. E. A. Aragón-Noriega, D. P. Alvarado-Romero, C. A. Salinas-Zavala y A. R. García-Juárez. 2006. Application of an egg production index to determine reproductive period of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* near agiabampo, Sonora-Sinaloa, Mexico. *Journal of Shellfish Research*. 25(1): 123-127.

- Valenzuela Quiñónez, W. E. A. Aragón Noriega, J. A. Arréola Lizárraga, C. A. Salinas Zavala, S. E. Lluch Cota y S. Hernández-Vázquez. 2006. Habitat use for growth and recruitment of the pacific yellowleg shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (decapoda, penaeidae) on the continental shelf and adjacent Laguna Agiabampo, Mexico. *Crustaceana*. 79 (8): 933-948.
- Venzon, D.J. and Moolgavkor, S. H. 1988. A Method for computing profile likelihood-based confidence intervals. *Applied Statistics*. 37: 87-94.
- Wadsworth P. T. 1976. La necesidad de limitación del esfuerzo en la pesca de camarón en México. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones S.I.C. Subsecretaria de Pesca Instituto Nacional de Pesca. Tomo II. 427-445.
- Ye, Y. and Mohammed, H. M. A. 1999. An analysis of variation in catchability of green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus*, in waters off Kuwait. *Fisheries Bulletin*. 702-712.
- Yimin, Y. and Rosenberg, A. A. 1991. A study of the dynamics and management of the hairtail fishery, *Trichiurus haumela*, in the East China Sea. *Aquatic Living Resources*. 4(2): 66-75.