



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

BASES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS PARA ADECUAR EL
MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARONES PENEIDOS
EN DOS LAGUNAS COSTERAS DEL GOLFO DE
CALIFORNIA, CON ÉNFASIS EN AGIABAMPO,
SINALOA/SONORA

TESIS

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

Wenceslao Valenzuela Quiñónez

La Paz, Baja California Sur, noviembre de 2007.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 13:0 horas del día 13 del Mes de Julio del 2007, 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 BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS PARA ADECUAR EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARONES PENEIDOS EN DOS LAGUNAS COSTERAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA, CON ÉNFASIS EN AGIABAMPO, SINALOA/SONORA


Presentada por e. alumno:

Wenceslao Valenzuela Quiñónez

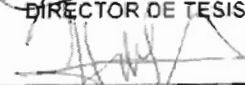
Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN PESQUERÍAS

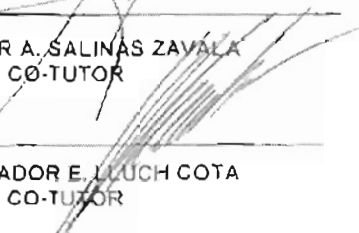
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

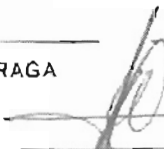
LA COMISION REVISORA



DR. E. ALBERTO ARAGÓN NORIEGA
DIRECTOR DE TESIS


DR. CESAR A. SALINAS ZAVALA
CO-TUTOR


DR. J. ALFREDO ARRÉOLA LIZÁRRAGA
CO-TUTOR


DR. SALVADOR E. LUCH COTA
CO-TUTOR


DR. SERGIO HERNÁNDEZ VÁZQUEZ
CO-TUTOR


DRA. THELMA ROSA CASTELLANOS CERVANTES,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Comité Tutorial y Revisor de Tesis

Dr. E. Alberto Aragón Noriega (DIRECTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Sonora, Km 2.35 Camino al Tular, Estero Bacochibampo, Guaymas, Sonora 85454, México

Dr. J. Alfredo Arréola Lizárraga (CO-TUTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Sonora, Km 2.35 Camino al Tular, Estero Bacochibampo, Guaymas, Sonora 85454, México

Dr. Sergio Hernández Vázquez (CO-TUTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23090, México

Dr. Salvador E. Lluch Cota (CO-TUTOR DE TESIS)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23090, México

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

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23090, México

Dr. Leonardo Huato Soberanis (SUPLENTE)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23090, México

Jurado de Tesis

Dr. E. Alberto Aragón Noriega

Dr. J. Alfredo Arréola Lizárraga

Dr. Sergio Hernández Vázquez

Dr. Salvador E. Lluch Cota

Dr. Cesar A. Salinas Zavala

Dr. Leonardo Huato Soberanis (SUPLENTE)

RESUMEN de la tesis de **WENCESLAO VALENZUELA QUIÑÓNEZ** 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. Eugenio Alberto Aragón Noriega
Director de tesis

BASES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS PARA ADECUAR EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARONES PENEIDOS EN DOS LAGUNAS COSTERAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA, CON ÉNFASIS EN AGIABAMPO, SINALOA/SONORA

La presente tesis trata la biología y ecología que los camarones peneidos desarrollan en las lagunas áridas del Golfo de California, las cuales son diferentes a la descrita en los sistemas estuarinos del mismo Golfo y en la que se sustentó una propuesta alterna de manejo para la pesquería del recurso camarón en el frente costero y lagunar del centro-norte de Sinaloa y sur de Sonora. El análisis se realizó con las tres especies de camarón presentes en la zona, denominados comúnmente camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900), azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874), blanco *L. vannamei* (Boone, 1931). La ecología de los peneidos fue establecida en los sistemas estuarinos y generalizada para el todo el Pacífico mexicano, sin considerar las diferencias que se presentan en los hábitats de toda esta gran región. El objetivo general planteado fue el de analizar las características ecológicas de las poblaciones de camarón que habitan en las lagunas costeras de clima árido con conexión permanente al océano, para sentar las bases del manejo pesquero en las mismas. Las lagunas donde se realizó el estudio son Agiabampo y Navachiste. El sistema lagunar Agiabampo (26.3°N, 109.25°W), cubre 182 km² y tienen una profundidad media de 2 m. La laguna de Navachiste (25.5°N, 108.9°W) tiene 4 m de profundidad promedio. La población de camarón se muestreo de diciembre de 2001 a diciembre de 2003, cada mes, durante cinco días (luna llena ± 2 días) continuos, con redes de arrastre de 15 m, en estaciones predeterminadas y georreferenciadas en la laguna y plataforma costera. Las variables obtenidas son captura por unidad de esfuerzo, longitud total, peso total, sexo y madurez por especie y por estación de muestreo.

Los resultados muestran que la dinámica poblacional de los camarones peneidos en lagunas de clima semiárido es diferente al patrón encontrado en zonas con clima semitropical del Pacífico mexicano. En Agiabampo y Navachiste se encontraron las especies de camarón café, azul y blanco a lo largo del año, independiente del tamaño, esta situación no ocurre en lagunas del sur de Sinaloa donde a partir del mes de agosto hasta marzo del siguiente año la presencia camarones es nula o tan baja densidad que no es posible capturarlos. El índice de producción de huevos se encontró que en los meses de mayo y junio son los más productivos en huevos para estas especies y el 50% del potencial reproductivo se alcanzó

en mayo. Cuando se analiza solamente el porcentaje de hembra maduras los máximos porcentajes de madurez son desde mayo hasta junio, pero los últimos meses la población esta compuesta de juveniles de talla pequeña. La relación talla y profundidad en la laguna y plataforma costera demostró que existen diferencias entre la longitud promedio de camarón y las profundidades. El estímulo por el que se mueve hacia la plataforma costera debe estar fuertemente relacionado con las tallas. La evidencia sugiere que esta especie puede realizar el ciclo de vida en lagunas o en la plataforma costera. Las especies de camarón exhiben una respuesta a los cambios de profundidad, dependiente de la talla, sin importar si se encuentra al interior de la laguna o en la plataforma costera. En el actual esquema de explotación, en las tres especies cuando las tallas superan a la edad de madurez coinciden con el periodo de veda y el esfuerzo pesquero incide principalmente sobre individuos inmaduros y de tallas pequeñas, lo que se contrapone a la estrategia tradicional de proteger a la porción de la población que aún no se reproduce. Por lo que se propone una veda alternativa a la que ahora se aplica en la pesquería de camarones, el esquema consiste en una época de veda que abarca de septiembre a mayo del siguiente año y dos o tres meses de captura, lo que permite proteger la porción de la población que no se ha reproducido.

Palabras clave: *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*, Agiabampo, Lagunas costeras.

**BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL BASIS TO ADJUST THE MANAGEMENT
OF THE PENAEID SHRIMP FISHERY IN TWO COASTAL LAGOONS OF THE
GULF OF CALIFORNIA, EMPHASIZING THE AGIABAMPO,
SINALOA/SONORA LAGOON**

ABSTRACT

This thesis is concerned with the biology and ecology of penaeid shrimp inhabiting arid zone lagoons along the coast of northern Sinaloa and southern Sonora and how it differs from the estuarine systems of the southern Gulf of California. A management alternative is proposed for the shrimp fishery exploiting these coastal lagoons and its adjacent continental shelf. The analysis involved three species that inhabit this area, brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900), blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874), and whiteleg shrimp *L. vannamei* (Boone, 1931). In the past, penaeid shrimp ecology was studied for the estuarine systems and then generalized to all Mexican Pacific water without considering the dissimilarities in habitats over the entire region. The purpose of this study was to analyze the biological and ecological characteristics of shrimp populations in this set of arid zone lagoons and adjacent continental shelf to develop a plan for shrimp fishery management. The lagoons were the Agiabampo lagoon system (26.3°N, 109.25°W) with an average depth of 2 m and covering 184 km² and the Navachiste lagoon system (25.5°N, 108.9°W) with an average depth of 4 m. Shrimp were caught from December 2001 to December 2003 each month for five consecutive days (full moon \pm 2 days) with 32-mm mesh trawl nets with a 15-m-wide mouth at pre-determined sampling stations. Catch per effort, sex, gonad maturity, length and abdominal length, species, and sampling station were recorded.

The results indicate that penaeid shrimp in coastal lagoons in the arid zone, develop a life cycle that differs from that accepted for general shrimp ecology. In Agiabampo and Navachiste, the three species were found throughout the year, in all size classes. This condition does not occur in estuaries of southern Sinaloa, where there is no shrimp catch from August to March. In terms of the percentage of mature females, mature females were plentiful from May to June; however shrimp size was small in June. Comparing shrimp size to depth of the lagoon and offshore; shrimp were significantly different in size with depth. Cues used for migrating offshore have not been identified, but they are probably related to size. The evidence suggests that these species can complete their life cycle in the lagoon system or over the adjacent continental shelf. The main conclusion from this study is that the shrimp respond to changes in depth, depending on size, which is independent of whether it is inside the lagoon or in the open marine habitat. When the three species reach maturity, it overlaps with closure of the fishing season. Hence, immature or small-sized individuals represent the bulk of the fishing catch. This is inconsistent with traditional management strategies, where immature stock is preferentially protected. An alternative closure season, from September to May of the next year, is proposed as a substitute for the

current practice and limiting the catch season to only two or three months. This would protect the immature stock and increase recruitment.

Key words: *Litopenaeus* and *Farfantepenaeus*, Agiabampo, Coastal lagoon.

Michel de Montaigne (1533-1592)

[...], pues sólo los locos están totalmente seguros de su opinión.

- ***¡DEDICATORIA!***

- A todos ustedes para que en este documento, perdure inquebrantable, por siempre

JOSÉ EDUARDO Y MARÍA FERNANDA

Mis niños,

el motivo para perseverar todos los días.

José Eduardo, gracias por ser el hombre de la casa en mi ausencia, comprendiste mi necesidad de estar lejos de ustedes, mi ilusión es verte como hombre humilde, con dignidad y disciplinado.

MariFer, mi vieja, disculpas por el tiempo en que estuve lejos de Ti, gracias por esperarme siempre, mí niña.

MARÍA GUADALUPE “Lupita”

Amiga y Esposa.

Gracias por tu paciencia, apoyo y confianza. Paciencia, pues te abandone por muchas horas; el apoyo, que me regalaste y la confianza que has depositado en Mí.

Me acompañas siempre.

ANTONIA Y ADELO

Mis padres.

Mamá, como pagarte toda una vida entregada a todos tus hijos y ahora nietos, siempre das todo lo que tienes.

Adelo, mi Padre verdadero, gracias por todo lo que no te podre retribuir jamás.

Gracias mis amigos.

HERMANOS

Meche, Panchí, Yeyí, Saúl, Jesús, Toñita y Miriam; siempre estoy con ustedes, aun cuando los deje muy chiquitos. Están siempre en mi mente.

Una disculpa sincera.

JOSE MANUEL

Mi Tío, un hombre admirable.

No tengo palabras para reconocer tu esfuerzo y tu dignidad en la vida.

WENCESLAO Y JUANA †

Abuelos, siempre están conmigo.

“Nana” un fuerte corazón te acompañó y siempre regalaste tu fortaleza.

“Tata” para ti mi recuerdo.

MIS TÍOS

Julián, Gregorio, Luz, Roberto, Lupita, Enrique, Juan Manuel, Jaime e Ismael;
compañeros y amigos todos.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

Son muchos, compañeros invalorable.

A MIS SOBRINOS

No me respetan, pero me soportan.

A MI OTRA FAMILIA

José y Eduwiges, suegros, amigos invaluable, por su apoyo. Eduardo, José, Manuel,
Cristina y María, cuñados y amigos.

A MIS AMIGOS

A todos por siempre. Leobardo y Héctor; en las buenas y las malas. "Espero no me traicionen"

AGRADECIMIENTOS:

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR S. C.) por la oportunidad de continuar mi formación dentro de la ciencia.

Al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo de la Institución, beneficio y motivó para la superación, a través de la Licencia de COTEPABE “DICTAMEN 209”.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca (registro: 111763) para poder realizar los estudios de Doctorado.

Al Instituto Nacional de la Pesca, mediante convenio CIBNOR-INP 2001-2003. Se realizó el proyecto “Evaluación de la distribución y abundancia de las especies de camarón en aguas protegidas y en el frente costero y bahías de Sinaloa y Sonora”, del cual se obtuvieron los datos para el desarrollo del presente trabajo.

A la S.C.P.P. Sylvia Ramírez en Agiabampo, por todo el apoyo logístico y trabajo en campo.

Al CIBNOR, S. C. Unidad Sonora, campus Guaymas por brindarme siempre un espacio, apoyo y, la valiosa amistad de todo el personal que ahí labora.

Doctor Eugenio Alberto Aragón Noriega, primero Amigo –un buen amigo, de los que se pueden recomendar- luego Director de este trabajo y además un brillante Investigador y, finalmente dirigió los proyectos (908-1G y 914-1) de los cuales se genera esta propuesta. Agradezco su confianza, apoyo y honestidad.

Al doctor José Alfredo Arréola Lizárraga, consejero de la tesis quien tuvo paciencia y confianza y por haber dedicado tiempo e instrucción, gracias por la amistad.

Al doctor Cesar Augusto Salinas Zavala, buen amigo y por sus invaluable y múltiples apoyos, por su tiempo y enseñanza durante este trabajo, Gracias Doctor.

Al Doctor Salvador E. Lluch Cota, por su amistad y confianza, quien enriqueció de manera indudable con sus comentarios y críticas este trabajo. También por la confianza depositada en mí.

Al Doctor Sergio Hernández Vázquez por su amistad y confianza, por sus comentarios y críticas para mejorar éste trabajo.

Alma Rosa García Juárez, Mujer de corazón muy grande, consejera y compañera de estudios.

Al maestro Javier Lujan-, invaluable apoyo en los cursos del TOEFL.

Y todos los que casi desconocidos fueron miembros de generación, se me escapan sus nombres, recuerdo al joven Liborio Fenech Larios, tienen mi agradecimiento.

Contenido

Página

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

Introducción general

1.1.	La pesquería de camarón en el noroeste mexicano.....	4
1.2.	Biología de los camarones peneidos.....	7
1.2.1.	Taxonomía.....	7
1.2.2.	Morfología.....	8
1.2.3.	Nutrición y crecimiento.....	11
1.2.4.	Distribución y ciclo de vida.....	12
1.2.5.	Biología de los camarones en Agiabampo y Navachiste.....	13
1.2.6.	Uso del hábitat de las lagunas áridas por los camarones en Agiabampo y Navachiste.....	17
1.2.7.	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón en frente costero de Agiabampo	19
1.3.	Hipótesis.....	23
1.4.	Objetivo.....	24
1.4.1.	Objetivo general.....	24
1.4.2.	Objetivos específicos.....	24
2.	Material y Métodos	25
2.1.	Área de estudio.....	25
2.1.1.	Agiabampo, Sinaloa /Sonora.....	25
2.1.2.	Navachiste, Sinaloa.....	29
2.2.	Muestreo de campo.....	32
2.3.	Muestreo biológico.....	33
2.4.	Análisis de Información: biología de los camarones.....	35
2.4.1.	Distribución y abundancia relativa.....	35

2.4.2.	Crecimiento.....	37
2.4.3.	Reclutamiento.....	38
2.4.4.	Migración.....	39
2.4.5.	Índice de producción de huevos.....	40
2.4.6.	Determinación de la talla de primera madurez.....	42
2.5.	Uso del hábitat en las lagunas áridas por los camarones.....	45
2.5.1.	Arreglo de información biológica y ambiental.....	45
2.5.2.	Análisis estadístico.....	47
2.6.	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón.....	48
2.6.1.	Integración de resultados.....	48
2.6.2.	Puntos de referencia biológicos.....	49
2.6.3.	Evaluación de alternativas de pesca.....	50
3.	Resultados.....	52
3.1.	Biología de los camarones en Agiabampo y Navachiste.....	52
3.1.1.	Distribución y abundancia.....	52
3.1.2.	Distribución y tallas.....	54
3.1.3.	Crecimiento.....	62
3.1.4.	Curvas de crecimiento de von Bertalanffy.....	66
3.1.5.	Reclutamiento en bahía y plataforma.....	67
3.1.6.	Curvas normales de reclutamiento.....	72
3.1.7.	Talla de reclutamiento.....	74
3.1.8.	Migración.....	82
3.1.9.	Índice de producción de huevos.....	86
3.1.10.	Talla de primera madurez.....	98
3.2.	Uso del hábitat en las lagunas áridas por los camarones.....	102
3.2.1.	Abundancia en el ambiente lagunar y marino.....	102
3.2.2.	Tallas en el ambiente lagunar y marino.....	108
3.2.3.	Reclutamiento en el ambiente lagunar y marino.....	116
3.2.4.	Migración en el ambiente lagunar y marino.....	123
3.2.5.	Talla de madurez y IPH en la plataforma.....	128
3.3.	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón.....	134
3.3.1.	Información biológica.....	134
3.3.1.1.	Porcentaje acumulado de huevos.....	134
3.3.1.2.	Estructura de tallas por origen.....	134
3.3.1.3.	Biomasa presente por escenario.....	135
3.3.2.	Puntos de referencia biológico.....	140
3.3.3.	Evaluación de alternativas de pesca.....	142

4.	Discusión	143
4.1.	Biología de los camarones en Navachiste y Agiabampo.....	143
4.1.1.	Abundancia.....	144
4.1.2.	Distribución.....	146
4.1.3.	Crecimiento.....	149
4.1.4.	Líneas de crecimiento.....	151
4.1.5.	Reclutamiento en laguna y plataforma.....	153
4.1.6.	Migración.....	156
4.1.7.	Índice de producción de huevos.....	158
4.1.8.	Talla de primera madurez.....	162
4.2.	Uso del hábitat de las lagunas áridas por los camarones.....	165
4.2.1.	Abundancia en el ambiente laguna y marino.....	166
4.2.2.	Tallas en el ambiente lagunar y marino.....	169
4.2.3.	Reclutamiento en ambiente lagunar y marino.....	172
4.2.4.	Migración en ambiente lagunar y marino.....	174
4.2.5.	Índice de huevos y primera madurez.....	177
4.2.6.	Conclusión del uso del hábitat.....	180
4.3.	Propuestas de manejo de la pesquería de camarón.....	183
4.3.1.	Integración de información biológica.....	183
4.3.2.	Puntos de referencia biológicos.....	184
4.3.3.	Evaluación de alternativas de pesca.....	186
4.4.	Conclusión final.....	190
4.4.1.	Biología de camarones.....	190
4.4.2.	El uso del hábitat de las lagunas áridas por los camarones....	191
4.4.3.	Propuestas de manejo.....	193
5.	Literatura Citada	196

ANEXO. Artículos publicados

1. Journal of Shellfish Research. 2006: 25 (1): 123-127
2. Crustaceana. 2006: 79 (8): 933-948
3. Crustaceana. 2007: (en prensa)

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1 Taxonomía de los camarones peneidos.....	8
2 Vista lateral de la morfología de los camarones peneidos.....	9
3 Vista lateral de la anatomía interna de los camarones peneidos.....	10
4 Ciclo de vida de los camarones peneidos.....	13
5 Área de estudio en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	26
6 Área de estudio en Navachiste, Sinaloa.....	30
7 Distribución y abundancia de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	58
8 Distribución y abundancia de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	59
9 Distribución y abundancia de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	60
10 Frecuencia de tallas y abundancia de camarón café en la laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.....	61
11 Frecuencia de tallas y abundancia de camarón azul en la laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.....	61
12 Frecuencia de tallas y abundancia de camarón blanco en la laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.....	62
13 Longitud media \pm desviación estándar para hembras y machos de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	63
14 Longitud media \pm desviación estándar para hembras y machos de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	64
15 Longitud media \pm desviación estándar para hembras y machos de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	65
16 Estructura mensual de tallas de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	69
17 Estructura mensual de tallas de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	70
18 Estructura mensual de tallas de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	71
19 Curvas normales de reclutamiento de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	73
20 Curvas normales de reclutamiento de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	73
21 Curvas normales de reclutamiento de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	74

22	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón café en laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	75
23	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón café en plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	76
24	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón azul en laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	77
25	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón azul en plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	77
26	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón blanco en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	78
27	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón blanco en plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	79
28	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de reclutamiento de camarón café en laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.....	80
29	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de reclutamiento de camarón azul en laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.....	81
30	Distribución de tallas y curva para obtener la talla de reclutamiento de camarón blanco en laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.....	81
31	Talla de migración del camarón café en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	83
32	Talla de migración del camarón azul en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/sonora.....	83
33	Talla de migración del camarón blanco en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	84
34	Talla de migración del camarón café en el sistema de Navachiste, Sinaloa.....	84
35	Talla de migración del camarón azul en el sistema de Navachiste, Sinaloa.....	85
36	Talla de migración del camarón blanco en el sistema de Navachiste, Sinaloa.....	85
37	Frecuencias mensuales de hembras maduras y machos de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	86
38	Producción total de huevos de camarón café del litoral costero de Agiabampo, Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	87
39	Curva acumula de producción de huevos de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	88
40	Comparación de cuatro índices; madurez, abundancia, talla y producción de huevos durante el periodo reproductivo de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	89
41	Frecuencias mensuales de hembras maduras y machos del camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	90

42	Producción total de huevos de camarón azul del litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	91
43	Curva acumula de producción de huevos de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	92
44	Comparación de cuatro índices; madurez, abundancia, talla y producción de huevos durante el periodo reproductivo de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	93
45	Frecuencias mensuales de hembras maduras y machos del camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	94
46	Producción total de huevos de camarón blanco del litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	95
47	Curva acumula de producción de huevos de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	96
48	Comparación de cuatro índices; madurez, abundancia, talla y producción de huevos durante el periodo reproductivo de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	97
49	Longitud de primera madurez de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora...	98
50	Longitud de primera madurez de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora...	99
51	Longitud de primera madurez de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	100
52	Longitud de primera madurez de camarón café en Navachiste, Sinaloa.....	101
53	Longitud de primera madurez de camarón azul en Navachiste, Sinaloa.....	101
54	Longitud de primera madurez de camarón blanco en Navachiste, Sinaloa.....	102
55	Abundancia de camarón café en relación a la profundidad (a y b), temperatura (c y d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora....	105
56	Abundancia de camarón azul en relación a la profundidad (a y b), temperatura (c y d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora....	106
57	Abundancia de camarón blanco en relación a la profundidad (a y b), temperatura (c y d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.	107
58	Longitud media (\pm un intervalo de confianza) del camarón café en función la profundidad en Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa.....	109
59	Longitud media (\pm un intervalo de confianza) del camarón azul en función de la profundidad en Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa.....	110
60	Longitud media (\pm un intervalo de confianza) del camarón blanco en función de la profundidad en Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa.....	110
61	Longitud (mm) de camarón café en función a la temperatura (a), sustrato (b) y corrientes (c) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	113

62	Longitud (mm) de camarón azul en función a la temperatura (a), sustrato (b) y corrientes (c) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	114
63	Longitud (mm) de camarón blanco en función a la temperatura (a), sustrato (b) y corrientes (c) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	115
64	Talla de reclutamiento en mm (c) de camarón café en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	120
65	Talla de reclutamiento en mm (c) de camarón azul en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	121
66	Talla de reclutamiento en mm (c) de camarón blanco en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	122
67	Talla de migración (mm) de camarón café en función a la profundidad (a y b), temperatura (c), sustrato (d) y corrientes (e) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	125
68	Talla de migración (mm) de camarón azul en función a la profundidad (a y b), temperatura (c), sustrato (d) y corrientes (e) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	126
69	Talla de migración (mm) de camarón blanco en función a la profundidad (a y b), temperatura (c), sustrato (d) y corrientes (e) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	127
70	Talla (mm) de primera madurez (c) de camarón café en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	131
71	Talla (mm) de primera madurez (c) de camarón azul en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	132
72	Talla (mm) de primera madurez (c) de camarón blanco en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.....	133
73	Escenarios de manejo de camarón café integran la producción anual de huevos (izquierda arriba), biomasa $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (izquierda medio y final), edad de madurez (derecha arriba) y estructura de tallas (derecha medio y final).....	137
74	Escenarios de manejo de camarón azul integran la producción anual de huevos (izquierda arriba), biomasa $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (izquierda medio y final), edad de madurez (derecha arriba) y estructura de tallas (derecha medio y final).....	138

75	Escenarios de manejo de camarón blanco integran la producción anual de huevos (izquierda arriba), biomasa $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (izquierda medio y final), edad de madurez (derecha arriba) y estructura de tallas (derecha medio y final).....	139
76	Producción histórica de camarón en el centro-norte de Sinaloa.....	142

LISTA DE TABLAS

TABLA	PAGINA
I Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras del género <i>Farfantepenaeus</i>	34
II Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras del género <i>Litopenaeus</i>	35
III Número de hembras maduras e inmaduras en diferentes estructuras de tallas.....	44
IV Abundancia por especies ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) de camarones peneidos en las lagunas de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa.....	53
V Abundancia por especies ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) de camarones peneidos en la plataforma costera de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa.....	54
VI Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.....	66

INTRODUCCIÓN GENERAL

El camarón de pesca y acuacultura representa a nivel mundial divisas superiores a los 20 mil millones de dólares anuales (FAO, 2005). En México, el camarón es el recurso pesquero más importante. En el 2003 se desembarcaron en las costas de Sinaloa 11 mil toneladas, correspondiente al 41% del total del Pacífico mexicano y 6 mil en Sonora con el 22% (SAGARPA, 2004). 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 brevirostris* (Kingsley, 1878).

El camarón café es la especie más abundante y se encuentra 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.

En general, el ciclo de vida de los camarones peneidos comprende su ingreso a las lagunas costeras para crecer, y su retorno al mar en etapa juvenil para reproducirse. Dall *et al.* (1990) reconoce cuatro tipos de ciclo de vida para los camarones peneidos en función de la dependencia del mar o lagunas costeras. Los ciclos fueron sistematizados como: tipo I de especies completamente estuarinas, el tipo II Y III son una transición entre los estuarios y el

océano, y el tipo IV son especies oceánicas. Con algún grado de traslape entre los ciclos consecutivos.

En aspectos relacionados al ciclo de vida de los camarones peneidos del Pacífico mexicano, se han realizado diversos estudios 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 y, 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); 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) y Romero-Sedano *et al.* (2004) se obtuvieron resultados inéditos como son el de encontrar camarones adultos y maduros al interior de las lagunas de Sonora.

En México, se describió la ecología de los peneidos para las especies que requieren de los sistemas estuarinos para crecer (Del Valle-Lucero y Martín, 1995). Aunque esta es aplicable para los sistemas estuarinos con conexión efímera al mar y circulación positiva (Kjerfve, 1986; Bernard y Froneman, 2005), no debe ser generalizada 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 los

camarones (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 la influencia de la provincia oceanográfica Golfo Inferior propuesta por Roden y Emilsson (1980), caracterizada por amplitudes de marea < 1 m, 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, predominantemente, hacia el sureste en invierno y hacia el noroeste en verano (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003).

En las lagunas áridas del Golfo de California se han capturado postlarvas de camarón café 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, Sinaloa/Sonora. En el presente trabajo se analizan aspectos de la biología de tres de las especies de camarones en dos lagunas con clima árido del noroeste de México, Navachiste, Sinaloa y Agiabampo, Sinaloa/Sonora. Por la duración del muestreo, se hace énfasis en los resultados obtenidos en Agiabampo. También se analizan las etapas del ciclo de vida y su relación a las condiciones ambientales, tanto en el medio oceánico como en los sistemas

lagunares, de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa, para finalmente generar una propuesta alterna de manejo a la pesquería de camarón.

1.1. LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN EL NOROESTE MEXICANO

En México así como en la mayoría de las pesquerías de camarones del mundo, 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). En México, la pesca se realiza en dos niveles divididos en el artesanal e industrial. La pesca artesanal es operada por el sector social en esteros, estuarios y lagunas costeras con embarcaciones de dimensiones menores a 25 pies de eslora y motor fuera de borda (Alcántara-Razo, 2005). La pesca más tecnificada la realiza el sector industrial utilizando una flota de embarcaciones mayores (barcos de 20-25 metros de eslora). En la pesca industrial se utilizan artes de captura de arrastre, sistemas de navegación y se opera principalmente en la plataforma costera (INP, 2001).

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). Posteriormente, para el año 2000 el número de embarcaciones mayores en el País alcanzó las 3,566 (SAGARPA, 2001).

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). 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 (Rodríguez de la Cruz, 1976), los cuales se llevan a cabo en altamar. Actualmente, el periodo oficial de veda en la pesquería de camarón comprende los meses de abril a agosto-septiembre (Aragón-Noriega, 2000; López-Martínez, 2000). 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 actividad camaronera se realiza sobre las mismas especies en diferentes etapas de su ciclo de vida, en zonas diferentes, con diversos equipos y artes de pesca, y existe una

fuerte interacción entre las pesquerías de altamar, bahía y esteros (SAGARPA, 2001). Como consecuencia, el proceso de administración que se modifica cada año en función del crecimiento y la reproducción de los organismos. Sin embargo, la complejidad del sistema no ha cubierto factores de importancia capital para la administración y conservación del recurso.

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 y 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 permanencia y temporalidad.

Sin embargo, existen discrepancias legales que será necesario adecuar según la biología, la reglamentación en periodos de etapa reproductiva y el uso de las artes de pesca. En el caso concreto de la laguna de Agiabampo que es compartida por los estados de Sonora y Sinaloa, se presentan dos normas diferentes de explotación debido a que el arte de pesca permitido varía entre ambos Estados; Sonora, permite el uso del chichorro de línea para pescar en las bahías mientras que Sinaloa sólo se permite el uso de suriperas. En tal sentido se requiere evaluar las bondades de cada uno de los esquemas de manejo mencionados anteriormente, así como su reglamentación, para poder definir reglas únicas

que permitan un mejor manejo de la pesquería del camarón en el cuerpo de agua en mención.

La información obtenida en los años 2002 y 2003 en los estados de Sinaloa y Sonora con el proyecto “Evaluación de la migración y reclutamiento de las poblaciones de camarón en aguas protegidas y el frente costero de Sinaloa y Sonora” consiste de datos biológicos de las especies de camarones, la oceanografía física de las lagunas costeras y plataforma costera, datos meteorológicos en Agiabampo, información de tecnología de capturas y de fauna de acompañamiento. Esto último, con énfasis en las lagunas de norte de Sinaloa y sur de Sonora donde las características de las lagunas son cuerpos de agua de tipo antiestuarino (Contreras, 1985; Kjerfve, 1986; Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003). Sobre la base de esta información, en el presente trabajo de tesis se hace una revisión de la biología y ecología de las especies de camarones peneidos presentes en dos lagunas costeras Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa.

1.2. BIOLOGÍA DE LOS CAMARONES PENEIDOS

1.2.1. TAXONOMÍA

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.

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea Brünnich, 1772
Clase: Malacostraca Latreille, 1802
Orden: Decapada 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 brevis* (Kingsley, 1878)

Figura 1. Taxonomía de los camarones peneidos (ITIS Report)

1.2.2. MORFOLOGÍA

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 (figura 2).

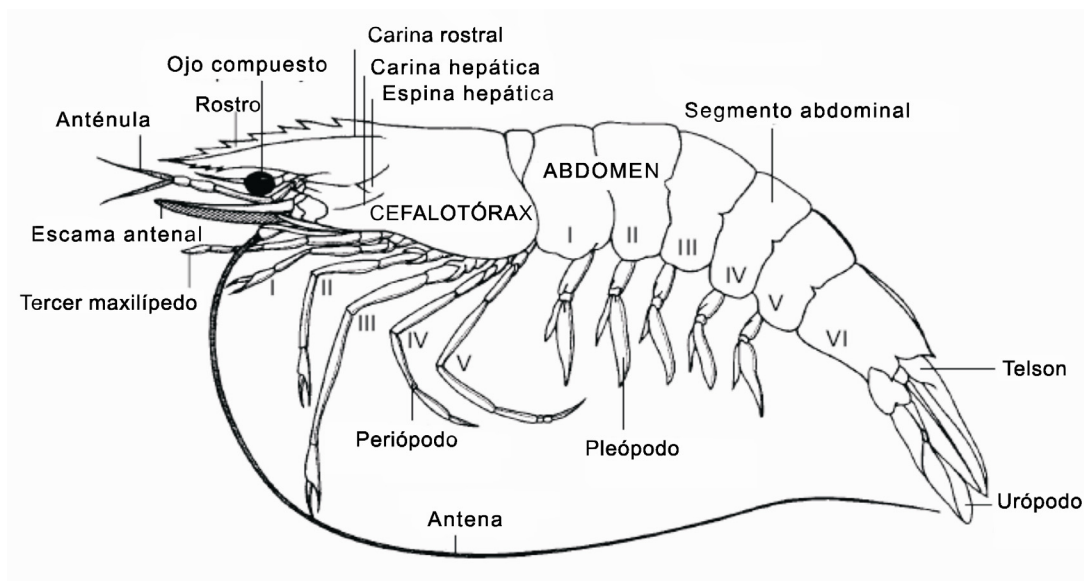


Figura 2. Vista lateral de la morfología de los camarones peneidos (Dall *et al.*, 1990)

La mayoría de los órganos, como son las branquias, sistema digestivo y 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 es presentada en el contorno de la figura (3). 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 (figura 3). 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 3).

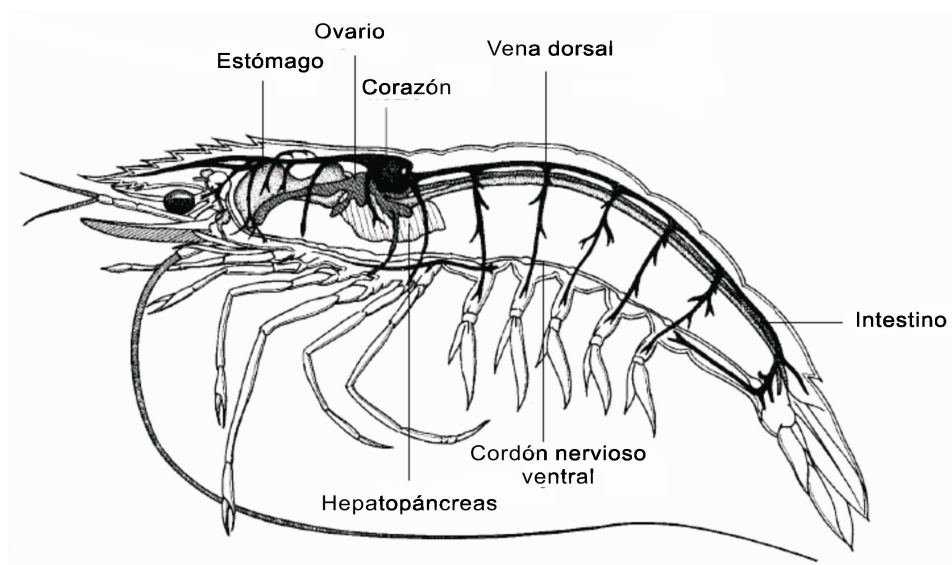


Figura 3. Vista lateral de la anatomía interna de los camarones peneidos (Dall *et al.*, 1990)

1.2.3. NUTRICIÓN Y CRECIMIENTO

Los compuestos orgánicos disueltos en el agua estimulan la actividad de forraje en los camarones (van de Braak, 2002). Las concentraciones bajas 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 agarran y 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.

El crecimiento de los camarones, así como el de todos los crustáceos requiere 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 subsiguiente endurece usando minerales y proteínas. Los procesos de muda y ecdisis tienen varias fases, varían en número y duración con la especie, temperatura y fase de crecimiento. Durante e inmediatamente después de la muda, los animales son muy vulnerables a daños físicos y patógenos. Durante la intermuda, el agua es reemplazada por tejido. Es obvio que 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 remplazados con agua (Dall, 1974).

1.2.4. DISTRIBUCIÓN Y CICLO DE VIDA

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 4). 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 alimentan 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.

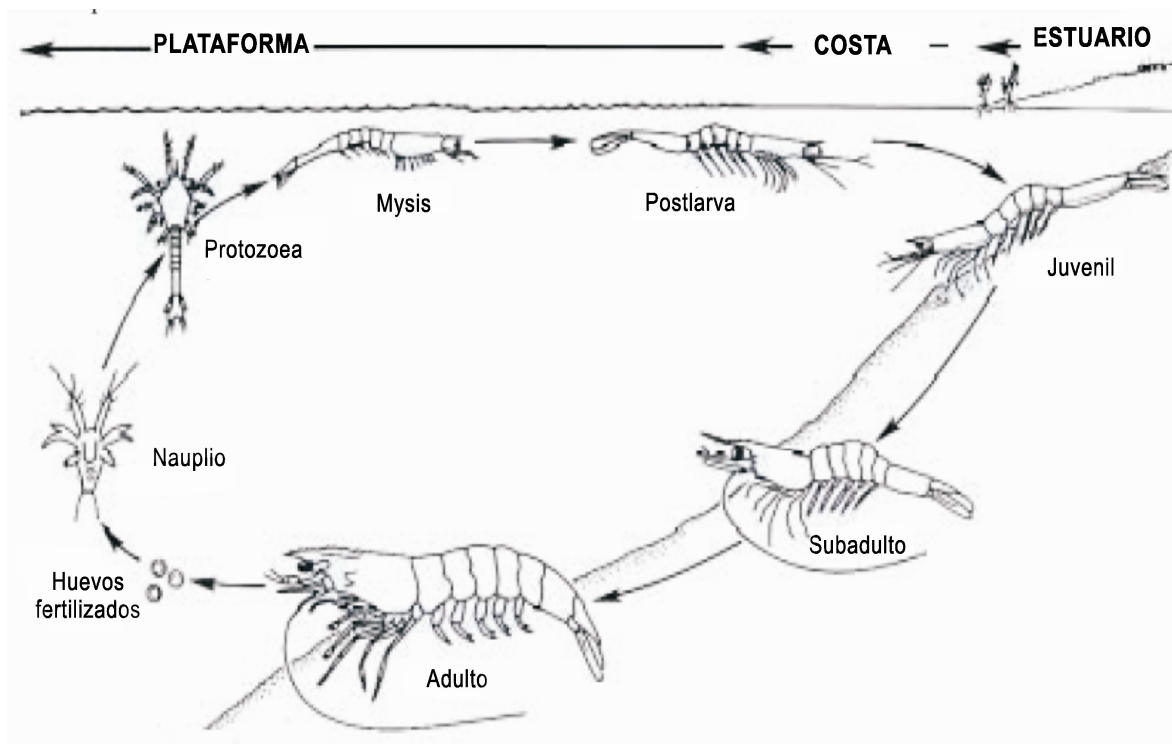


Figura 4. Ciclo de vida. Los huevos eclosionan dieciséis horas después de la fertilización. Los estadios larvales comprenden el nauplio (6 fase 2 días), protozoa (3 fases 5 días), mysis (3 fases 4-5 días) y postlarva (6 a 35 días). La transición de juvenil a sub-adulto toma 135-255 días y la subsiguiente madurez sexual ocurre en los primeros diez meses (Motoh, 1984). Las figuras no están a escala.

1.2.5. BIOLOGÍA BÁSICA DE LOS CAMARONES PENEIDOS EN LAS LAGUNAS DE AGIABAMPO Y NAVACHISTE

El ciclo de vida de los camarones de los géneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*, anteriormente agrupados en un único género (*Penaeus*) figura (4), presenta la relación de algunas etapas de biología de los camarones con los sistemas estuarinos o lagunares en su migración, crecimiento y reproducción.

En todos los miembros de la familia Penaeidae la secuencia del ciclo de vida es similar: larva planctónica, con varios estadios de nauplio, protozoa, misys y postlarva; seguidos de juveniles y adulto. Las mayores diferencias se encuentran en el hábitat preferido por las postlarvas, juveniles y adultos de cada una de las especies. Dall *et al.* (1990) clasificó los ciclos de vida usando como base el ambiente donde los adultos desovan y donde las postlarvas se establecen para crecer, donde los extremos son para las especies exclusivamente estuarianas o sólo marinas.

Cada uno de los aspectos biológicos que determinan la dinámica poblacional de los camarones tiene una dependencia diferente de los sistemas costeros, dado que el género que los agrupa y la pesquería misma se componen de muchas especies (García, 1988). Es conocida la diversidad de especies que se presentan en los sistemas costeros de cada uno de los regímenes climáticos donde se distribuye los géneros *Farfantepenaeus* y *Litopenaeus*. La dinámica del ciclo de vida varía dentro y entre especies, probablemente debido a factores del clima como la estacionalidad y latitud (García, 1988), por lo que resulta difícil hablar de un patrón general de ciclo de vida (Dall *et al.*, 1990).

Es necesario conocer estos aspectos para el adecuado apoyo a la administración de los recursos pesqueros y la interpretación de la variabilidad poblacional espacial y temporal (García y Le Reste, 1987; López-Martínez *et al.*, 2005). El crecimiento individual incrementa la biomasa y es el fundamento de una medida de protección del camarón del Pacífico mexicano, para asegurar el tamaño de mayor valor comercial (INP, 2001). La reproducción es clave para permitir la continuidad de las especies, de igual importancia la

determinación de la edad o longitud de primera madurez. En su conjunto las variables anteriores determinan el número y éxito de las poblaciones (King, 1995).

De las cuatro especies que se explotan, pertenecientes a los géneros *Litopenaeus* (*L. vannamei* -camarón blanco- y *L. stylirostris* – camarón azul-) y *Farfantepenaeus* (*F. californiensis* – camarón café- y *F. brevirostris* – camarón rojo-), al menos las tres primeras tienen una dependencia de los sistemas estuarinos para el éxito de supervivencia y crecimiento (Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Edwards, 1978; Del Valle-Lucero, 1989; Dall *et al.*, 1990). Los *Litopenaeus* (camarones blanco y azul) son dependientes obligados de las lagunas con gradiente positivo de salinidad para completar las etapas del ciclo de vida de postlarva a juvenil (Edwards, 1978; Mathews, 1981; Del Valle-Lucero, 1989). En diversos trabajos se han considerado a los camarones *Farfantepenaeus* como no dependientes de sistemas costeros. Se conoce el camarón café (*F. californiensis*) como una especie que depende poco de las lagunas costeras y que incluso, puede completar su ciclo de vida sin ingresar a ellas (Blake *et al.*, 1979; Mathews, 1981; Del Valle-Lucero, 1989; García-Borbón *et al.*, 1996; Leal-Gaxiola, 1999; López-Martínez *et al.*, 2002). Rodríguez de la Cruz (1981) mencionó que el camarón café permanece en las lagunas costeras del sur de Sonora solamente de una a cuatro semanas. Mientras que se conoce que el camarón rojo *F. brevirostris* clasificado como oceánico no ingresaba a las lagunas costeras.

Cabe señalar que el sistema lagunar de Agiabampo, por su posición geográfica, además de ser un estuario negativo desde hace unas décadas ha presentado una interrupción en el aporte de agua dulce debido al represamiento del Río Fuerte, generando cambios en las condiciones de salinidad. Actualmente, el ingreso de agua dulce al sistema se da por

medio de los drenes de riego del Distrito Agrícola del Valle del Carrizo. Estos eventos indican que las condiciones ambientales en Agiabampo actualmente son diferentes y que el señalamiento de la poca permanencia de *F. californiensis* en las lagunas costeras podría haber cambiado, lo que sugiere un uso de hábitat diferente por parte de esta especie dada las nuevas condiciones ambientales (Romero-Sedano *et al.*, 2004).

Con el propósito de administrar el recurso camarón en forma apropiada es necesario entender la dinámica de cada una de las poblaciones que forman esta pesquería en los sistemas lagunares de clima árido. Los sistemas lagunares costeros de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa fueron los sitios de estudio elegidos para este trabajo.

Antecedentes

Las especies *Farfantepenaeus*, camarón café y cristal, son estenohalinos (30-38 ups) y completan el ciclo de vida en el mar (Olguín-Palacios, 1967; Hendrickx *et al.*, 1995). *F. californiensis* se encuentra en condiciones de salinidad marina en todas las fases de su ciclo de vida, según Mathews (1981) puede ingresar a las lagunas costeras abandonándolas a los 35 mm de longitud total. En el Estero del Soldado, Sonora se han encontrado postlarvas de camarón café durante los 12 meses del año (Loesch, 1980). En la laguna costera de La Cruz, Sonora se han registrado postlarvas de camarón café a lo largo del año, con 80% de abundancia relativa en casi todos los meses (Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992).

Las especies *Litopenaeus*, camarón azul (*L. stylirostris*) y camarón blanco (*L. vannamei*), son eurihalinos (2-50 ups) (Chapa, 1966). Estas especies crecen en las lagunas y

la abandonan para reproducirse en el mar. En la laguna de La Cruz el camarón azul presentó los máximos de abundancia en septiembre y agosto, y el camarón blanco en julio (Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992).

En camarones juveniles Rodríguez de la Cruz (1975) encontró una mayor abundancia de camarón azul (*L. stylirostris*) en las bahías y esteros de Sonora, que el estudio realizado por Grijalva-Chon y Barraza-Guardado (1992) quienes reportaron la captura de juveniles de camarón café (*F. californiensis*) y camarón azul (*L. stylirostris*) con dominancia de los primeros. Loesch (1980) encontró que el camarón azul típicamente habita aguas salobres como juvenil, pero presumiblemente abandona las lagunas a los 100 mm de longitud. En la laguna de La Cruz, Sonora se han encontrado tallas de hasta 11 cm (moda) de camarón café y la mayor talla fue de 13 cm de longitud total. En camarón azul las tallas mayores capturadas fueron de 16 cm de longitud total (Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992).

1.2.6. EL USO DEL HÁBITAT DE LAS LAGUNAS ÁRIDAS POR LOS CAMARONES PENEIDOS EN AGIABAMPO SINALOA/SONORA Y NAVACHISTE, SINALOA

Por su distribución 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 por el camarón café en lagunas hipersalinas (Dall *et al.*, 1990; Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2006).

Dall *et al.* (1990) propusieron cuatro ciclos de vida en función de la relación que las postlarvas tienen a los estuarios para crecer y donde los adultos se reproducen. Las especies van desde aquellas de hábitos estuarinos que logran reproducirse y crecer, por ejemplo el género *Litopenaeus* (camarón blanco y azul); hasta las completamente marinas que no requieren en ninguna etapa de su ciclo de vida los estuarios como el género *Farfantepenaeus* (Blake *et al.*, 1979; Mathews, 1981; Del Valle-Lucero, 1989; García-Borbón *et al.*, 1996; Leal-Gaxiola, 1999 y López-Martínez *et al.*, 2002).

Para las especies del Pacífico mexicano, los cambios en la abundancia están relacionados a la migración de juveniles de las lagunas hacia el océano a terminar el ciclo de vida. El café emigra a una longitud de 35 mm (Mathews, 1981) mientras el azul y blanco hasta la etapa juvenil previo a alcanzar la madurez (Rodríguez de la Cruz, 1981). La variabilidad de este patrón depende de factores climáticos y el crecimiento individual (Del Valle-Lucero y Martin, 1995). En el presente trabajo se abordan las variables profundidad, temperatura, sustrato y corrientes en relación a las etapas del ciclo de vida.

Antecedentes

Recientemente se ha caracterizado del ciclo de vida del camarón café en la Bahía de Agiabampo (Aguirre-Osorio y Romero-Sedano, 2002), quienes aportan importantes observaciones sobre el papel ecológico de la especie y su tiempo de permanencia en las

lagunas costeras; Manzano-Sarabia (2003) determinó la distribución y abundancia del camarón café en el sistema lagunar de Agiabampo, mencionando aspectos relevantes acerca del papel ecológico de la especie.

Un análisis reciente del uso del hábitat por el camarón café demostró como esta especie posee la capacidad de extender su distribución en el sentido laguna-mar en ambientes ecológicamente aptos para los procesos del crecimiento y reclutamiento Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2006).

Las variaciones de estos factores pueden tener distintas periodicidades, desde los ciclos diurnos y maréales; ciclos estacionales (ciclos anuales) e interanuales (el fenómeno de El Niño-La Niña), hasta variaciones de menor frecuencia (e.g. cambios decadales). La temperatura dado que se trata de uno de los parámetros de mayor importancia para muchos procesos biológicos, se incluye en el presente trabajo (Gulland y Rothschild, 1984).

1.2.7. PROPUESTAS DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN EL FRENTE COSTERO DE AGIABAMPO.

Para proteger el recurso camarón la estrategia es establecer anualmente periodos de veda; las cuales se aplican en base al estado de la población (por ejemplo, la presencia de hembras maduras) Alcántara-Razo (2005) y pocas veces en características biológicas de las especies.

Las poblaciones de camarón en el Pacífico mexicano se caracterizan por presentar reclutamientos múltiples y variables a lo largo del año, al igual que sucede con muchas

otras especies tropicales (Lluch-Belda *et al.*, 1991). Por lo mismo, es difícil analizar la pesquería utilizando modelos analíticos tradicionales, los cuales están basados en especies de larga vida y reclutamientos continuos, o bien, anuales discretos.

Otro factor a considerar es que las cuatro especies (*Farfantepenaeus californiensis*, *F. brevirostris*, *Litopenaeus stylirostris* y *L. vannamei*) principales del recurso camarón pertenecen a dos géneros diferentes: los *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*, pero todas están sujetas al mismo periodo de veda (Alcántara-Razo, 2005).

Actualmente el periodo de veda oficial comprende de abril a agosto-septiembre, de acuerdo con los resultados de los meses en los que se registra la mayor actividad reproductiva, pero es también en esta época donde inciden tallas mayores a la establecida como de primera madurez (L_{50}) por lo cual el esfuerzo de captura en época de pesca se encuentra sesgado hacia organismos inmaduros y de tallas pequeñas, lo que se contrapone con las estrategias tradicionales de proteger a la porción poblacional que aún no se reproduce.

En este sentido, se considera importante ampliar el enfoque actual incorporando criterios que puedan proveer certidumbre en las evaluaciones y manejo de la pesquería. El presente trabajo aborda criterios adicionales para el caso del camarón café, azul y blanco, incorporando parámetros como la fecundidad, la estructura de tallas, la abundancia, la capacidad reproductiva de la población (índice de producción de huevos) y la talla de primera madurez. Adicionalmente, se incluye un análisis espacial y temporal de la distribución de los diferentes componentes de la población, biomasa y tallas, y una

integración que permite asociar todas estas observaciones en la identificación del periodo, lugar y profundidades de captura para proteger el recurso, como mayores beneficios económicos para los usuarios.

Antecedentes

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 ascendía a 25,000 pescadores en los noventas. Desde entonces, los recursos pesqueros soportan una constante presión social, debido a su apreciable valor en el mercado nacional e internacional.

El periodo actual de veda comprende los meses de abril a agosto-septiembre en la pesquería de camarón (Aragón-Noriega, 2000; López-Martínez, 2000). Las fechas se decretan mediante muestreos biológicos donde se monitorea el desove masivo, el crecimiento y la disponibilidad de reclutas a las diferentes zonas de pesca. No hay que perder de vista que se trata de una pesquería multiespecífica, donde todas las especies de interés comercial se rigen por el mismo periodo, el cual normalmente se define cada temporada. La temporada inicia a mediados de septiembre o principios de octubre hasta finales de marzo o principios de abril de año siguiente. 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 esteros y bahías y después para los de altamar.

La pesquería, además de ser multiespecífica, utiliza diferentes artes de pesca para la extracción del recurso, situación que complica la regulación de la explotación al realizarse un mismo mecanismo regulatorio en lagunas y plataforma, así como en diferentes zonas geográficas del noroeste del Pacífico mexicano. Las artes de pesca para el camarón son; la atarraya lomera, la red de arrastre, el chinchorro de línea y la atarraya suripera. En la zona litoral, se utilizan la red de arrastre denominada "chango" y el chinchorro de línea. Alvarado-Romero (2002) llevó a cabo un estudio de factibilidad comparando el desempeño de dos tipos de "chango", utilizadas por barcos de arrastre.

El chinchorro de línea es de monofilamento nylon, la luz de malla puede ser de 2.5 ó de 2.75 pulgadas. 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 1 pulgada. El chango está compuesto al final por una bolsa con sobre-copo que tiene una luz de malla de 2.5 y 1.5 pulgadas, respectivamente.

1.3. HIPÓTESIS

Existen diferencias entre el ciclo de vida de las mismas especies de camarones peneidos que habitan lagunas costeras semiáridas subtropicales y lagunas húmedas tropicales que pueden ser consideradas en adecuaciones al manejo de la pesquería en el Golfo de California.

1.4. OBJETIVO

1.4.1. Objetivo general

Generar e integrar conocimiento acerca de la biología y ecología de los camarones peneidos que habitan lagunas costeras semiáridas subtropicales en el Golfo de California y sugerir su aplicación en adecuaciones al manejo de la pesquería.

1.4.2. Objetivos específicos

Conocer la estructura poblacional, reproducción, reclutamiento y patrones de migración de las poblaciones de camarones peneidos en lagunas de clima árido con conexión permanente al océano en el Noroeste de México.

Validar cual de los ciclos de vida propuestos para los peneidos es el que las poblaciones de camarón desarrollan en las lagunas de clima árido con conexión permanente al océano en el Noroeste de México.

Analizar si el esquema de manejo actual en función de la biología y ecología de las poblaciones de camarón que habitan en lagunas de clima árido es adecuado para el aprovechamiento y conservación de las especies.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se derivó del proyecto convenido entre el Instituto Nacional de la Pesca (INP) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR) “Evaluación de la migración y reclutamiento de las poblaciones de camarón en aguas protegidas y en el frente costero de Sinaloa y Sonora”.

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. Agiabampo, Sinaloa/Sonora

Localización

El sistema lagunar de Agiabampo, Sinaloa/Sonora se localiza de los 26°07' a los 26°29'N y de los 109°05' a los 109°20'W. El frente costero del mar adyacente en donde se realizó el presente estudio se ubica entre las coordenadas 26.1-26.5° N y 109.25-109.40° W, que corresponde a la porción sur de Sonora y norte de Sinaloa (figura 5).

Características fisiográficas del área de estudio

Shephard (1973) define la costa como de carácter primario por la presencia de procesos de sedimentación terrígena de los sistemas fluviales del río Mayo, Sonora y del río Fuerte, Sinaloa, los cuales han formado importantes planicies aluviales. El sistema de Agiabampo está compuesto por tres cuerpos de agua conectados, que comparten una sola boca (aproximadamente 1.5 km de ancho) al Golfo de California (figura 5). Estos cuerpos

de agua se denominan localmente como Bacorehuis, Jitzámuri y Bamocha (Romero-Sedano *et al.*, 2004). Este sistema cuenta sólo con una boca de comunicación permanente al mar (Golfo de California) con longitud de 2 km aproximadamente, formada por dos barras arenosas (Ayala-Castañares *et al.*, 1990; Burrola-Sanchez *et al.*, 2002).

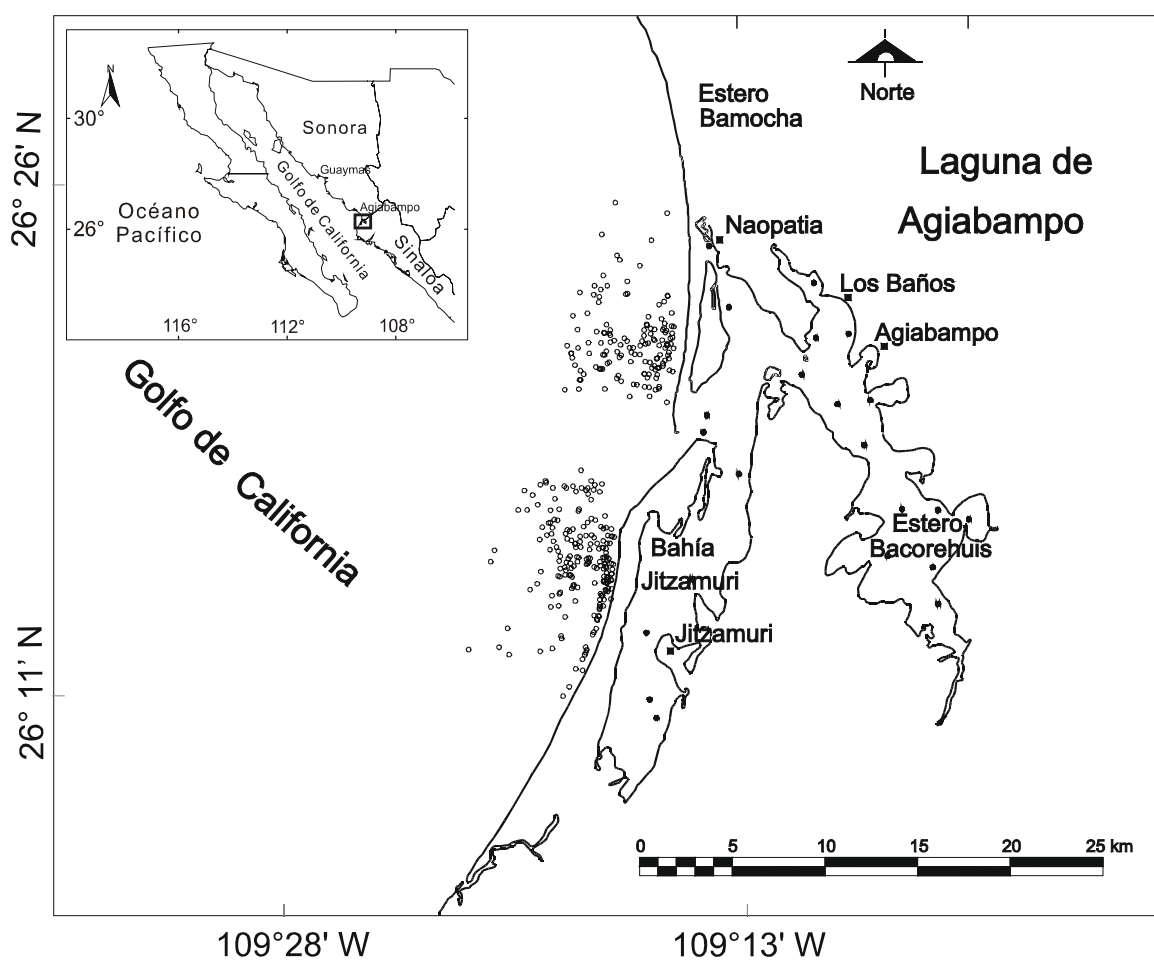


Figura 5. Área de estudio en Agiabampo Sinaloa/Sonora. Las marcas claras y oscuras indican los puntos de muestreo.

Clima

El clima que caracteriza a la región es considerado semiárido, con promedio anual de precipitación de 300 mm y una temperatura anual de 30 °C, con máximas en verano de 35 °C y mínimas en invierno de 10 °C (Ayala-Castañares *et al.*, 1990). La evaporación en la zona (2300 mm anuales) excede a la precipitación, éstas condiciones y la carencia de afluentes continentales, le confieren un carácter de estuario negativo o antiestuarino (Gómez-Aguirre y Rivero-Beltrán, 1987).

Batimetría

En general el sistema lagunar de Agiabampo es somero, con profundidades promedio de 1 m para la Bahía de Bamocha, 2 m para el Estero Jitzámuri y 5 m para el Estero de Bacorehuis (Ayala-Castañares *et al.*, 1990). Recientemente se llevó a cabo un estudio batimétrico del sistema lagunar de Agiabampo (Urías-Laborin *et al.*, 2002), basado en coordenadas, correcciones para transductor y marea, determinando una batimetría irregular dominada por un sistema de bajos y canales de sección transversal estrecha y profunda que alimentan el estero Bamocha en el norte, el estero Bacorehuis al este y a la Bahía Jitzámuri al sur, cuyas áreas más someras corresponden a la cabeza de los tres subsistemas. Se detectaron profundidades de hasta 16 m cerca de la boca del sistema y de 20 m en el canal que comunica con el mar.

Hidrodinámica

Burrola-Sánchez *et al.* (2002) reportaron una estimación de la circulación de corto plazo a partir de una serie de tiempo de elevación de donde se detectaron cuatro armónicos principales. La marea se considera de tipo mixto con predominancia del tipo semidiurno.

Los mismos autores, también determinaron que la componente de mayor energía corresponde a la banda de frecuencias semidiurnas con 40.8%, seguido por la banda de frecuencias diurnas con 28.9% y las bandas de alta y baja frecuencia representan 16.6 y 13.5%, respectivamente. Las velocidad que pueden llegar a alcanzar en la boca del sistema son del orden de hasta $0.42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que las máximas y promedios, referidas a todo el sistema, son de 1.14 y $0.03 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente.

Sedimentos

Ayala-Castañares *et al.* (1990) identificaron como sedimento dominante el arenoso, su distribución comprende casi la totalidad del sistema, salvo pequeñas áreas con sedimento de otro tipo de textura. De igual manera, se considera que este material es el principal componente que forma las playas interiores, ganchos y barreras, identificándosele en los sistemas de dunas y en los cordones litorales que forman las barreras litorales.

Temperatura del mar

Alcántara-Razo (2005) utilizó tres fuentes de información para hacer una descripción de la temperatura en la laguna costera de Agiabampo: temperatura superficial registrada con termómetro de mercurio, datos de un equipo de monitoreo autónomo, Hydrolab Recorder e imágenes de satélite del programa CoastWatch (NOAA; <http://coastwatch.noaa.gov>). Alcántara-Razo (2005) determinó en su resultado que existe una fuerte relación entre las fuentes de información ($r^2 = 0.98$) durante el período analizado. El promedio anual de la temperatura superficial fluctúa entre los $24 \text{ }^\circ\text{C}$ y 26°C (Manzano-Sarabia, 2003). Al igual que otras regiones costeras del Golfo de California se han encontrado niveles de variabilidad a lo largo del año de hasta $14 \text{ }^\circ\text{C}$, destacando que Lavín

et al. (2003) aportan una descripción completa de la evolución anual y variabilidad de la temperatura para todo el Golfo de California.

2.1.2. Navachiste, Sinaloa

Localización

El sistema de la laguna costera de Navachiste, Sinaloa se localiza de los 25°22' a los 25°35' N y de los 109°05' a los 108°45' W. El frente costero del mar adyacente que fue utilizado en el presente estudio queda comprendido entre las coordenadas 25.20-25.25° N y 108.37-108.57° W, que corresponde a la porción centro-norte de Sinaloa (figura 6).

Características fisiográficas del área de estudio

La costa alrededor de la laguna de Navachiste está formada por depósitos lacustres que datan del Cuaternario, también se encuentran afloramientos rocosos de andesita y brecha volcánica. La erosión de las rocas es una de las fuentes de sedimentos en los depósitos adyacentes (Contreras, 1985). El sistema lagunar de Navachiste, Sinaloa se compone de tres cuerpos de agua interconectados, cuya denominación local es Bahía de Macapule, Navachiste y San Ignacio (figura 6). El sistema en su conjunto tiene una superficie de 2,505 km² y presenta zonas someras con profundidades menores a 1 m y canales submarinos de más de 10 m de profundidad (Contreras, 1985). Cuenta con dos bocas de comunicación permanente al Golfo de California, llamadas Ajoro y Vasiquilla, con una longitud aproximada de 1.5 km.

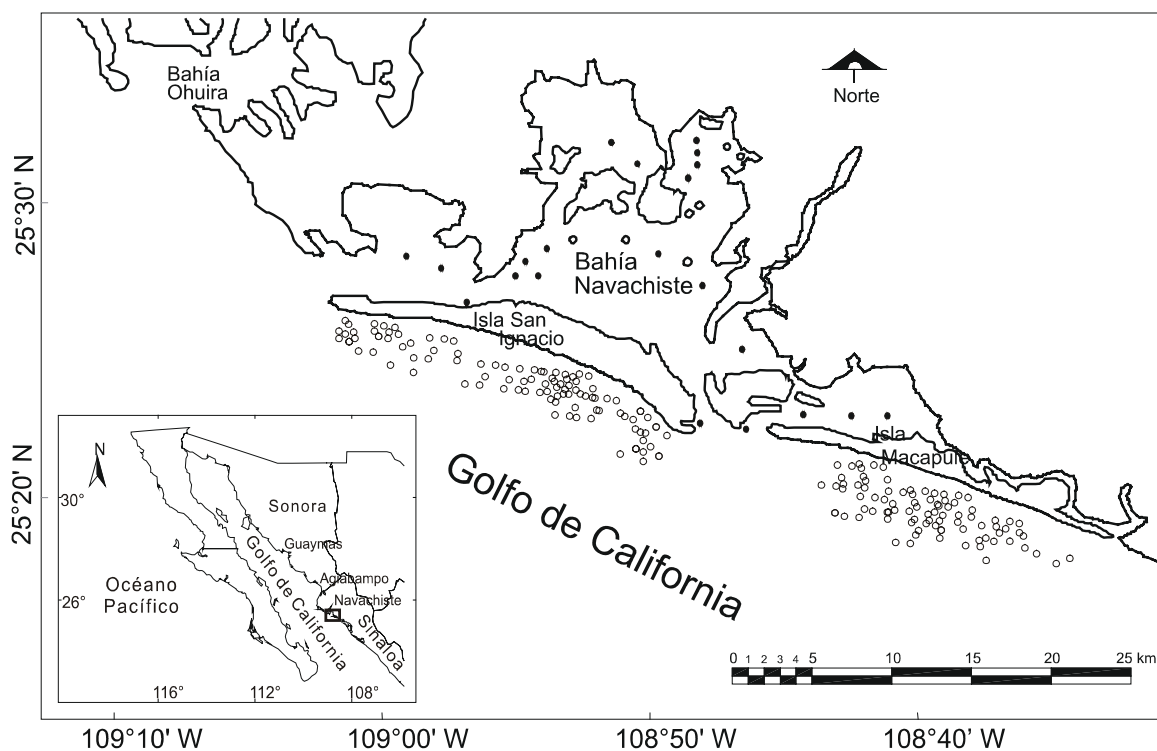


Figura 6. Área de estudio en Navachiste, Sinaloa. Las marcas claras y oscuras indican los puntos de muestreo.

Clima

De acuerdo con García (1973) este sistema lagunar se encuentra en una franja de transición entre los climas de tipo semiseco muy cálido a muy seco y muy cálido. La precipitación media anual fluctúa entre los 365 y 450 mm, un tercio de esta se presenta entre agosto y septiembre. El promedio de temperatura ambiental se mantiene por encima de los 18 °C. Los meses más cálidos son julio y agosto, donde se registran temperaturas de 38 a 45 °C. La evaporación anual es cercana a los 2,000 mm, lo que genera un déficit hídrico (Contreras, 1985).

Batimetría

Las lagunas que forman la Bahía de Navachiste en general son someras, se constituyen en un sistema con profundidad que va de los 0.5 a los 5 m, con excepción de un canal que corre a lo largo de la laguna de San Ignacio en donde las profundidades alcanzan los 12 m (Contreras, 1985). Se presenta un canal en la boca de la Bahía de Navachiste que permite la comunicación al mar.

Hidrodinámica

Las mareas en la zona son de tipo mixto semidiurno y durante la bajamar en las mareas vivas quedan al descubierto grandes extensiones de los fondos más someros. La boca de Vasiquilla (figura 6) presenta las condiciones más relevantes de la dinámica con corrientes muy fuertes durante el reflujó, alcanzando velocidades de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que en la boca de Ajoro la dinámica del lugar es influenciada por los vientos dominantes en la región, que producen el transporte litoral que se observa en la morfología de la barrera arenosa de la Isla de San Ignacio (Ecoproyectos, 2000).

Sedimentos

El tipo de fondo del área de Navachiste varía desde fangoso en las áreas centrales del las bahías hasta arenoso hacia las zonas de comunicación con el mar (Vicencio, 1979). Las islas de la bahía de Navachiste deben su origen al depósito de arenas, considerando que son bajas de altura y presentan cambios constantes de su configuración. Las islas afectan de manera importante la dinámica hidráulica del sistema y por su morfología forman hábitats muy diversos como playas, cordones litorales rocosos y bosque de mangle.

Temperatura del mar

La temperatura del agua presenta sus máximos desde abril a junio, con valores hasta de 32 °C, y los mínimos en febrero entre 20 y 23 °C, aunque en las ensenadas las aguas son más cálidas que en el centro de los canales de la laguna, las oscilaciones diarias no son críticas (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2004).

2.2. MUESTREO DE CAMPO

Muestreo de juveniles, subadultos y adultos

Mensualmente, durante la luna llena (± 2 días) durante los años 2002 y 2003 se realizaron muestreos de camarón para las etapas de juvenil, subadultos y adultos abordo de embarcaciones menores de 7 m de eslora. En la laguna de Agiabampo se consideraron 25 estaciones georreferenciadas, que cubrieron los 3 cuerpos principales del Sistema Lagunar de Agiabampo (figura 5). En plataforma se utilizaron cuatro embarcaciones menores de 23 pies de eslora durante la pleamar y la bajamar. Los sitios de captura se establecieron tomando la boca del sistema como centro y desde la línea de costa hasta la profundidad de 9 m. De la boca hacia el Norte o Sur se hicieron lances hasta una distancia de hasta 5 km. En ambas lagunas se utilizó el mismo esquema de muestreo. En Navachiste, Sinaloa el protocolo de muestreo para aguas protegidas y ribera fue similar, sólo se muestreo de enero a julio del 2002.

Los muestreos se realizaban de manera simultánea en plataforma y bahía utilizando una red de arrastre denominada “chango”, de 15 m de relinga superior y luz de malla de 32

mm, la cual se considera adecuada para la toma de muestra ya que es un arte de pesca que no es selectiva para tallas.

Se registró el tiempo de cada uno de los arrastres, los cuales tuvieron una duración promedio de 10 minutos, manteniendo una velocidad de dos nudos ($0.51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) aproximadamente. Para cada lance, se tomó el registro de la temperatura superficial del mar en grados ($^{\circ}\text{C}$) y la salinidad (ups).

Los datos de precipitación mensual (mm) fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Block-2920, ubicada en el Lote 11 del Valle del Yaqui, en las coordenadas $26^{\circ}59'56'' \text{ N}$ y $109^{\circ}49'46'' \text{ W}$ <<http://pieaes.org.mx>>.

Los muestreos se realizaron con base a 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, 2002). Se utilizó como ciudad de referencia la marea de Yavaros, Sonora. Durante los días de muestreo las colectas se efectuaron cada hora y media, trabajando durante la bajamar y la pleamar.

2.3. MUESTREO BIOLÓGICO

Las muestras obtenidas en cada arrastre fueron separadas de manera individual en bolsas, etiquetadas y conservadas en hielo para su análisis posterior. Una vez transportadas las muestras al laboratorio, se les realizó un muestreo biológico y los datos se registraron en las bitácoras. En el laboratorio 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), el peso total, 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) y el peso abdominal. A partir de las mediciones del muestreo biológico se obtuvieron las distribuciones mensuales de frecuencia de tallas en función de la profundidad, sexo y estadio de madurez.

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

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

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

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

GRADO	ETAPA	COLORACIÓN	ASPECTO MICROSCÓPICO
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 y se utilizan en el manejo práctico de la información. En el presente trabajo las hembras fueron agrupados como inmaduras en los grados I y II, y maduras en los grados III y IV. 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).

2.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA DE LOS CAMARONES

2.4.1. DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA RELATIVA

La abundancia relativa se determinó con el método de área barrida similar al descrito en Sparre y Venema (1995) y se expresó en este trabajo como número de organismos por hectárea ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) calculado con la ecuación (1).

$$[A = (c/a) \cdot h] \quad \text{ecuación (1)}$$

donde: $A = \text{número de org} \cdot \text{ha}^{-1}$, $c = \text{tamaño de la captura en cada arrastre (número de organismos)}$, $a = \text{total del área muestreada en m}^2$ [abertura de la red de arrastre (m) multiplicada por la distancia recorrida (m)] y $h = 10,000 \text{ m}^2$.

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, la cual fue de 5.5 m. 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 ecuación

$$[d = v \cdot t] \quad \text{ecuación (2)}$$

donde: $d = \text{la distancia recorrida (m)}$, $v = \text{la velocidad (0.51 m} \cdot \text{s}^{-1})$ y $t = \text{tiempo de arrastre (10 minutos)}$.

Se calculó la abundancia mensual ($\text{org} \cdot \text{ha}^{-1}$) y la distribución de la longitud promedio de tallas para realizar mapas de distribución y abundancia mensual con el método de interpolación de krigin, el cual está incorporado en el programa computacional Surfer 8.0.

2.4.2. CRECIMIENTO

La longitud de los camarones al interior de la laguna de Agiabampo se comparó con las tallas encontradas en la plataforma costera en los muestreos realizados en sincronía en laguna y plataforma costera. Las longitudes promedio encontrada para cada mes dentro y fuera de la laguna se analizaron estadísticamente con una prueba de medias de Fisher al 95% de probabilidad.

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

$$\left[L_t = L_\infty (1 - e^{-[K(t-t_0) + C(K/2\pi)\text{sen}2\pi(t-t_s)])}] \right] \quad \text{ecuación (3)}$$

donde L_t = longitud en la edad t , L_∞ = longitud asintótica, K = coeficiente de crecimiento (anual⁻¹), t_0 = longitud de edad hipotética $t=0$, $t_s = \text{WP} + 0.5$, 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_∞ y K con el método electrónico 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).

2.4.3. RECLUTAMIENTO

El reclutamiento en la laguna y plataforma 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 identifican las tallas mínimas presentes en las capturas.

Los máximos del reclutamiento se calcularon como aproximaciones definidas por las modas con el programa FISAT (Gayanilo y Pauly, 1997), la información fueron las frecuencias de tallas capturadas en la laguna y la plataforma. El análisis requiere que se conozcan los valores de longitud infinita, L_{∞} , y el coeficiente de crecimiento, K , de la ecuación de von Bertalanffy que relaciona la de edad-longitud, definidos en el apartado anterior de la metodología.

Los valores de la ecuación de crecimiento para camarón café en el Pacífico fueron ($L_{\infty}= 186$ y 221 mm; $K= 0.71$ y 0.48 año⁻¹) para la laguna y la plataforma, corroborados en el programa FISAT y de la publicación de López-Martínez *et al.* (2003).

En el camarón azul los valores fueron ($L_{\infty}= 198$ y 232 mm; $K= 0.46$ y 0.57 año⁻¹) tomados de la publicación de Mathews (1981) y López-Martínez *et al.* (2005), también realizó la comprobación con el programa FISAT. En camarón blanco ($L_{\infty}= 191$ y 211 mm; $K= 0.47$ y 0.46 año⁻¹) del trabajo de Rodríguez de la Cruz (1981) y Mathews (1981) para el área de Guaymas, Sonora y corroborados con el programa FISAT.

La talla de reclutamiento (L_r) se calculó con la ecuación 4 (King, 1995). A los organismos capturados en la laguna en el primer periodo de marzo y abril y el segundo periodo de junio, julio y agosto. En la plataforma en dos periodos: el primero, de abril a junio y el segundo periodo de julio a agosto.

$$\left[P = \frac{1}{1 + e^{(-r(L-L_r))}} \right] \quad \text{ecuación (4)}$$

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.

2.4.4. MIGRACIÓN

La talla de migración se calculó comparando las proporciones de tallas de los camarones capturados en dos localidades diferentes, caracterizadas por los atributos físicos del área en la zona de estudio, en este caso se realizó para el interior y exterior en los sistemas estudiados (lagunas de Agiabampo y Navachiste). La distribución de frecuencia de longitudes se agrupó para todos los meses con registros por cada especie, los cuales correspondieron de enero del 2002 a enero del 2003. De esta forma fue posible estimar la longitud promedio en la que los individuos cambian entre localidades de los sistemas costeros. La longitud media de la migración (M) se calculó con el siguiente modelo logístico (ecuación 5).

$$\left[M = \frac{1}{1 + (e^{-(a+bX)})} \right] \quad \text{ecuación (5)}$$

donde M es el porcentaje de la talla en una parte del sistema; 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. Para el ajuste del modelo se utilizó el método iterativo y como factor de ajuste la mínima diferencia de cuadrados.

2.4.5. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS

El índice de producción de huevos (IPH) fue propuesto por Aragón-Noriega (2005) y Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2006) para determinar el potencial reproductivo en poblaciones de camarón. El IPH se determina con la combinación de estructura de tallas, la fecundidad por talla y la abundancia de hembras maduras. El IPH es formulado como sigue:

$$IPH_t = \sum_{i=1}^n F_i(P_i LC_i a_t) \quad \text{ecuación (6)}$$

donde F_i es la fecundidad del tamaño de clase i , P_i es la abundancia relativa de las hembras maduras de la clase i en el mes t , LC_i es la longitud media del tamaño de clase i , y a_t es la abundancia relativa de hembras maduras en el mes t . Esta fórmula permite la comparación estandarizada entre IPH de diferentes localidades.

Es necesario el cálculo de cada una de ellas por lo que se estimó el área barrida promedio por lance mediante el método de Sparre y Vemena (1995) para posteriormente realizar el cálculo de la abundancia relativa por mes ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) similar al estimado del apartado de abundancia ($[A = (c/a)\cdot h]$) donde: A = número de $\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$, c = captura por cada arrastre, considerando sólo las hembras maduras, expresado en número de organismos; a = área total muestreada, que es el producto de la abertura del arte de pesca y la distancia recorrida; h = 10,000 factor de conversión para transformar los metros cuadrados a hectáreas.

La distancia recorrida se calculó por medio de la ecuación ($d = V\cdot t$) donde: d = distancia en metros, v = velocidad de arrastre (2 nudos = 0.51 m s^{-1}) y t = tiempo de arrastre en minutos.

El patrón estacional de abundancia relativa se obtuvo a partir del producto entre la frecuencia de tallas y la abundancia promedio mensuales, mediante la expresión ($A_t = f_t\cdot A$) donde: A_t = abundancia relativa, f_t = frecuencia de ocurrencia de hembras a una talla determinada y A = abundancia promedio mensual ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$).

La fecundidad de camarón azul (*L. stylirostris*) fue dada como $F = 0.0007L_t^{3.9439}$: donde F = fecundidad por tallas y L_t es la longitud total, obtenida de la función de García-Gómez (1976). La fecundidad de camarón café (*F. californiensis*) se obtuvo con la ecuación: $F = 0.0962L_t^{2.9642}$ (Mathews, 1981). La ecuación de fecundidad F =

0.0338Lt^{3.3090} del camarón blanco (*L. vannemei*) se extrajo de la información de Barreiro-Güemez (1986).

2.4.6. DETERMINACIÓN DE LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ

El grado de madurez gonádica de las hembras se determinó con base en una escala morfocromática descrita por Barreiro-Güemes (1986). Esta escala considera cuatro estadios: I inmaduro, II madurez en desarrollo, III madurez avanzada y IV desovada.

La talla de primera madurez se determinó con la siguiente metodología:

1) Se agruparon los organismos inmaduros (estadios I y II) y maduros (estadios III y IV) en intervalos de longitud total de 5 mm desde 50 hasta 250 mm (columnas 1 a 3 de la tabla III).

2) Del número total de organismos (maduros e inmaduros) de cada talla se obtuvo la proporción de los maduros (columna 4 de la tabla III).

3) La proporción de hembras maduras en cada talla se divide entre la mayor proporción de hembras maduras encontrada en todas las tallas (columna 5 de la tabla III). Esto con el objetivo de representar la proporción de la población reproductiva en cada talla. Debido a que se asume que la mayor proporción de hembras maduras en cierta talla representa el porcentaje de la población que se encuentra madura.

4) Finalmente se obtiene una relación entre la longitud total contra las proporciones ajustadas de cada talla y usando el modelo descrito por King (1995):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-r(L-L_m)}} \quad \text{ecuación (7)}$$

de la que se obtiene $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right) = rL_m - rL$

donde: P es la proporción de hembras maduras, r es la pendiente de la curva y L_m es la longitud de primera madurez o longitud a la cual corresponde el 50 % de las hembras ovígeras.

Posteriormente se graficó $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right)$ contra L y usando regresión lineal simple se calcularon los valores de los parámetros de ajuste de la línea para posteriormente obtener

$$r = -b$$

$$L_m = a/r$$

Sustituyendo los valores de r y L_m en la ecuación de talla de primera madurez, se calculó la proporción de hembras maduras para cada talla y se restaron de las proporciones observadas. Aplicando el criterio de mínimos cuadrados a los residuos se recalculó el valor de L_m por medio de iteraciones.

Como se indicó en la sección de metodología (tabla III) fue necesario usar los datos de la proporción ajustada para graficar $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right)$ contra L y usando regresión lineal simple

calcular los valores de los parámetros de ajuste de la línea para posteriormente para obtener los parámetros de la ecuación de primera madurez de King (1995).

Tabla III. Número de hembras maduras e inmaduras en la estructuras de tallas, encontradas durante el periodo de muestreo de enero-diciembre de 2002 en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

1	2	3	4	5
LONGITUD TOTAL (MM)	TOTAL	MADURAS	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN AJUSTADA
55	1	0	0.00	0.00
65	2	0	0.00	0.00
70	3	0	0.00	0.00
75	13	0	0.00	0.00
80	21	0	0.00	0.00
85	45	0	0.00	0.00
90	49	1	0.02	0.02
95	63	1	0.02	0.02
100	73	1	0.01	0.02
105	79	0	0.00	0.00
110	110	2	0.02	0.02
115	117	6	0.05	0.06
120	159	8	0.05	0.06
125	227	11	0.05	0.06
130	237	33	0.14	0.16
135	298	67	0.22	0.26
140	409	132	0.32	0.38
145	438	172	0.39	0.46
150	466	233	0.50	0.58
155	403	222	0.55	0.64
160	305	181	0.59	0.69
165	176	104	0.59	0.69
170	104	69	0.66	0.77
175	62	47	0.76	0.88
180	21	17	0.81	0.94
185	19	15	0.79	0.92
190	19	13	0.68	0.80
195	7	4	0.57	0.67
200	7	6	0.86	1.00
205	3	2	0.67	0.78

2.5. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DEL USO DEL HÁBITAT DE LOS CAMARONES PENEIDOS EN LAS LAGUNAS ÁRIDAS DE AGIABAMPO SINALOA/SONORA Y NAVACHISTE, SINALOA

2.5.1. ARREGLO DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA Y AMBIENTAL

A partir de la información del muestreo biológico, que tiene como referencia las coordenadas geográficas (georreferenciada) de donde se realizó el lance, se obtuvo la abundancia ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) por especie en la laguna y plataforma. Las abundancias –observadas– se representaron con líneas de abundancia mediante “interpolación” en las bahías y la plataforma. Las profundidades y las temperaturas recibieron el tratamiento de interpolación contra las abundancias estimadas, generando contornos para cada una de las variables a lo largo de un ciclo anual. En ambos casos, las matrices de datos fueron sometidas a interpolación y representadas como isolíneas (kriging; Surfer-Golden Graphics®). Los resultados o mapas resultantes de este tratamiento se sobrepusieron para la observación y análisis.

Al camarón capturado en los lances con registro de coordenadas (GPS), se le calculó la talla media y se ubicó su posición geográfica en la laguna y la plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. Las tallas se graficaron en función de la profundidad (brazas) y los meses en un ciclo anual. La longitud media mensual (mm) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), transformada como la diferencia de la media anual, también se comparó en relación a los meses del año y finalmente la composición de tallas se analizó con la distribución de sustratos y las

corrientes en la laguna y frente costero. Las distribuciones de tallas fueron analizadas con las pruebas estadísticas de Mantel (Scheiner y Gurevitch, 2001; Fortin y Gurevitch, 2001).

El reclutamiento fue estimado en la sección anterior por tres métodos: frecuencias de tallas por mes donde se determino los juveniles que ingresan a la estructura de tallas Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2006); porcentaje mensual de reclutamiento en el ciclo anual y talla de reclutamiento del 50% de la población. La longitud de juveniles presentes en la estructura de tallas que fueron menores al L_{50} del reclutamiento se extrajeron del total de la base de datos para ser analizados con las variables ambientales de profundidad en laguna y costa, la temperatura superficial, sedimentos y corrientes. La variable de temperatura superficial se transformó como la diferencia respecto de la media anual, para modificar los ejes en la representación grafica. Las variables biológicas y ambientales, tienen como característica general el cambio temporal a lo largo del ciclo, las primeras dependen de la reproducción y crecimiento, en tanto las segundas de las estaciones del año.

La talla de migración estimada en el capítulo anterior fue para la longitud igual al 50% acumulado de la población presente en las dos zonas en análisis. La longitud estimada se utilizó para identificar la relación con la profundidad en un ciclo anual, para esto se construyeron contornos de distribución de tallas para los meses y profundidades tanto del mar como laguna. En los contornos se sobrepuso la talla en que el 50% de la población migra. La talla de migración con relación a la temperatura se analizó a través del ciclo anual. En ambas, se utilizaron correlaciones simples para el análisis de asociación. En la misma imagen se sobrepusieron los contornos del tipo de sustrato y patrón del flujo de corrientes.

El índice de producción de huevos y la longitud de primera reproducción se analizaron en relación a las variables que componen el ambiente en las lagunas y plataforma costera de Agiabampo. La relación de las tallas mayores a la edad de primera madurez con la profundidad se realizó ubicando los contornos a lo largo del año. El periodo de máxima madurez y el acumulado de producción de huevos se asociaron a la variación de la temperatura. La distribución de la talla de primera madurez se ubicó como líneas sobrepuestas en la distribución de corrientes y tipo de sustrato.

2.5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

La temperatura ($^{\circ}\text{C}$), profundidad (m), corrientes ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), composición de los sedimentos se relacionó con la abundancia total ($\text{ogr}\cdot\text{ha}^{-1}$), abundancia de hembras maduras, composición de longitudes (mm), y producción de huevos.

Los pruebas estadísticas utilizadas para los análisis fueron t “student” o análisis no paramétricos de Kruskas-Wallis y análisis de varianza o el alternativo no paramétrico cuando la información lo requirió. En los análisis de correlación espacial se utilizaron pruebas geo-estadísticas para la comparación. Las pruebas estadísticas se realizaron al 95% de confianza tanto para los estadísticos paramétricos y como para los no paramétricas.

2.6. PROPUESTAS DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN

Muestreo de campo

La información de campo que se obtuvo de las cooperativas pesqueras y compradores se utilizó para sustentar el análisis biológico. Para estimar la captura e ingreso de la flota, por sistema costero, se utilizó información de capturas reportada por técnicos a bordo de embarcaciones camaroneras durante la temporada de pesca. La captura promedio por hora de lance frente a cada sistema costero fue referida proporcionalmente al valor promedio más alto al cual se le dio el valor de 1, luego este valor se multiplicó por el número de horas de lances realizados frente a cada sistema para obtener un esfuerzo normalizado. La captura anual para cada zona se estimó multiplicando la captura promedio anual de los últimos diez años de la flota camaronera por la proporción de esfuerzo normalizado de cada sistema costero.

2.6.1. Integración de resultados

La información biológica que se integró fue la biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), máximo reproductivo ($\text{huevos}\cdot\text{ha}^{-1}$), talla de primera madurez (mm) y estructura de tallas por especie, para comparar el periodo actual de vedas y las alternativas propuestas en el presente trabajo.

2.6.2. Elección de puntos de referencia biológicos

Los puntos de referencia biológicos se plantearon en relación a talla de primera madurez, biomasa remanente y población desovante. Los puntos de referencia fueron seleccionados cerca de los límites que puede corresponder a alguna condición mínima, por ejemplo: una biomasa de desove peligrosamente baja o alguna condición máxima, como una alta tasa de declinación del tamaño de la población o una alta tasa de mortalidad (Hilborn y Walters, 1992). Los criterios son:

1.- La edad (talla) de captura cuando cae por debajo de la edad (talla) de primera madurez sexual hay un riesgo de sobrepesca por reclutamiento (Caddy y Mahon, 1996). Si el control del esfuerzo pesquero es inalcanzable, podría utilizarse un punto de referencia que requeriría que la pesca sólo tomase aquellos individuos por encima del tamaño de primera madurez sexual, sin descartar o dañar individuos por debajo de este tamaño (Caddy y Mahon, 1996).

2.- El máximo potencial desovante este criterio permite que se realice la reproducción, sin comprometer los rendimientos, reconociendo la necesidad de conservación hasta donde se alcance el mayor potencial reproductivo de la población (Hayes, 2000).

3.- La biomasa mínima excedente necesaria para la reproducción a partir de esfuerzo constante considerando la media de la producción histórica, para garantizar que la biomasa remanente no baje de un umbral predeterminado para poblaciones sujetas a sobrepesca (Hayes, 2000).

Muchos de estos criterios están basados en modelos poblacionales. Algunos, tales como el tamaño medio en las capturas relativas al tamaño de madurez, pueden ser observados fácilmente con costos y experiencia técnica mínimos. Mientras que otros se basan en la mejor información disponible tomada de poblaciones. (Caddy y Mahon, 1996).

2.6.3. Evaluación de alternativa de pesca

Se analizaron tres escenarios de la pesquería tomando en cuenta las utilidades económicas y el número de empleos generados:

1.- La situación actual: es la situación de referencia, donde existe un desorden en la pesquería del camarón con un considerable número de pescadores ilegales, más del 50% de la captura reportada por los ribereños proviene de la pesca ilegal en altamar con redes de arrastre.

2.- Aplicación de la ley: significa aplicar lo estipulado en la NOM-002-PESC-2002, donde se impide a los pescadores ribereños ingresar a pescar camarón en aguas marinas, esto significa una reducción importante de la captura e ingreso total de los pescadores ribereños, los pescadores contratados cada temporada y los ilegales tienen que salir de la pesca. Para los pescadores de altamar se observa un incremento en sus capturas, pero no es igual a lo que dejan de pescar los ribereños. (Se consideró un incremento del 20%).

3.- Propuesta de la organizaciones de cooperativas pesqueras del centro y norte de Sinaloa: en esta alternativa proponen se les permita salir a pescar en altamar, controlando el

esfuerzo a 2 pescadores socios por embarcación, eliminando a los pescadores contratados, pero reconociendo e integrando a las organizaciones a todos los pescadores con derechos que existen en las comunidades costeras y que hasta el momento están fuera de alguna organización pesquera.

Se realizó un análisis multi-criterio de las alternativas propuestas usando el programa PRIME Decisions (Gustafsson *et al.*, 2001), para lo cual se diseñó un modelo de valores por meta y atributos (criterios). Los datos de entrada fueron el valor de cada criterio para cada alternativa planteada. Los criterios utilizados fueron: eficiencia de la producción, empleo, población excedente e impacto ambiental. Después fue necesario ordenar las preferencias de cada criterio, es decir, del rango de valores que se obtuvo entre las alternativas, cual es la mejor y cual la peor.

3. RESULTADOS

3.1. BIOLOGÍA DE LOS CAMARONES EN AGIABAMPO, SINALOA/SONORA Y NAVACHISTE, SINALOA

3.1.1. DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

En el presente estudio se identificaron cinco especies de camarones peneidos cuya abundancia promedio anual ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) encontrada y en orden decreciente fue del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), y camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), y dos especies de camarones de exoesqueleto duro *Sicyonia penicillata* (Lockington, 1879) y *Sicyonia disdorsalis* (Burkenroad, 1934). Con el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis se determinó que existen diferencias estadísticas significativas ($H = 69.23396$; $P = 0.0001$) en la abundancia promedio anual de cada una de las especie. El camarón café presentó una mediana de $114.5 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ a lo largo del año y fue diferente de las otras cuatro especies según la prueba múltiple de Tukey-Kramer.

La abundancia en lo largo del año en las lagunas de Agiabampo y Navachiste (tabla IV), de las tres especies de camarón café, azul y blanco, mostró que estuvieron presentes durante todo el año. Para el camarón café se estimó una abundancia promedio (\pm una desviación estándar) anual de $104.9 \pm 17.4 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$. Los meses de mayor abundancia para la misma especie fueron de abril a agosto con $175 \pm 26.3 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$. La abundancia

promedio mensual entre especies fue estadísticamente diferente (Kruskal-Wallis; $H = 16.69077$; $P = 0.000237$), con una mediana de $104 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$. Siendo el camarón café diferente de las otras especies según la prueba múltiple de Tukey-Kramer.

Tabla IV. Abundancia por especie ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) de camarones peneidos en el interior de los sistemas lagunares de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa. El valor en paréntesis representa el error estándar.

	CAMARÓN CAFÉ	CAMARÓN AZUL	CAMARÓN BLANCO
Enero	61.3 (22.7)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Febrero	14.1 (6.9)	1.1 (0.1)	25.8 (2.7)
Marzo	58.7 (11.7)	4.4 (0.7)	18.3 (8.6)
Abril	165.9 (27.0)	2.1 (0.9)	5.9 (1.9)
Mayo	243.5 (19.7)	9.6 (3.3)	14.6 (5.6)
Junio	170.6 (22.6)	14.7 (10.6)	5.0 (0.8)
Julio	178.1 (31.2)	44.1 (29.8)	0.0 (0.0)
Agosto	116.7 (31.1)	62.4 (11.9)	39.3 (20.7)
Septiembre	8.0 (5.0)	43.3 (11.9)	- (- . -)
Octubre	89.9 (13.5)	11.2 (2.8)	4.2 (0.7)
Noviembre	91.3 (10.8)	2.7 (0.7)	1.9 (0.1)
Diciembre	60.2 (6.9)	5.3 (1.3)	18.7 (8.0)

En la plataforma costera, la abundancia en el tiempo que se observa en la tabla V muestra que el camarón café estuvo presente durante todo el año. Se estimó un promedio anual (\pm una desviación estándar) de $43.3 \pm 7.3 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ y los meses de mayor abundancia fueron de abril a agosto con $68.1 \pm 13.1 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$. En orden decreciente siguió el camarón azul con $4.7 \pm 1.4 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$. Las máximas abundancias se presentaron en los meses de abril y noviembre con un promedio de 11.9 ± 2.9 . En cuanto al camarón blanco, este presentó $3.9 \pm 1.1 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ en los meses de abril a agosto y un máximo de $10.7 \pm 2.8 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ de abril a junio. En la plataforma, la abundancia promedio fue estadísticamente diferente entre

especies (Kruskal-Wallis; $H = 9.533423$; $P = 0.008508$), con una mediana de $29.5 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el camarón café que fue diferente a las del camarón azul y blanco (prueba múltiple de Tukey-Kramer).

La comparación de la abundancia promedio por hectárea para la laguna y plataforma de Agiabampo evidenció diferencias estadísticas significativas entre zonas ($H = 6.535761$; $P = 0.010573$). En la plataforma la media fue de 17.27 y en la laguna de $44.24 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabla V. Abundancia por especie ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) de camarones peneidos en la plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa. El valor en paréntesis representa el error estándar.

	CAMARÓN CAFÉ	CAMARÓN AZUL	CAMARÓN BLANCO
Enero	7.1 (1.6)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Febrero	12.0 (3.8)	4.8 (1.4)	4.0 (1.1)
Marzo	62.3 (31.3)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Abril	21.8 (3.9)	13.3 (3.1)	11.7 (2.2)
Mayo	37.2 (4.6)	5.2 (2.0)	11.7 (2.6)
Junio	92.3 (11.5)	6.8 (2.9)	8.6 (3.6)
Julio	89.6 (7.5)	8.3 (1.9)	4.2 (0.7)
Agosto	105.5 (19.7)	7.0 (2.7)	6.7 (3.2)
Septiembre	- (- . -)	- (- . -)	- (- . -)
Octubre	4.3 (0.6)	- (- . -)	- (- . -)
Noviembre	87.2 (2.6)	10.4 (2.6)	- (- . -)
Diciembre	- (- . -)	- (- . -)	- (- . -)

3.1.2. DISTRIBUCIÓN Y TALLAS

Distribución y tallas de camarón café

En la figura 7 se muestra la distribución espacial de las tallas y abundancia ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) para la laguna y la plataforma de Agiabampo. En cada una de las figuras los números

insertados hacen referencia al promedio de longitud total (talla, mm) de los camarones en la zona donde fueron capturados.

En abril, sobre la plataforma se observaron las primeras concentraciones de camarón (tallas inferiores a 100 mm). En el mes de mayo las concentraciones en la plataforma frente a la barrera de arena y canal de ingreso a la laguna superan los 200 org•ha⁻¹ (figura 7). En este mes sobre la porción más interior de la laguna se encontraron las mayores densidades (300 org•ha⁻¹) con organismos de tallas entre 90 a 150 mm. En la plataforma las tallas fueron de 100 a 150 mm durante todo el año y la densidad máxima (200 org•ha⁻¹) se presentó en abril y mayo.

En agosto la distribución se mantiene en el interior de la laguna en densidades que van de los 100 hasta los 200 org•ha⁻¹ (moda de 120 mm en junio y disminuyen a 100 mm para julio). Las densidades disminuyeron a valores de 100 org•ha⁻¹ en la plataforma. Las concentraciones prácticamente desaparecen de agosto hasta febrero-marzo del siguiente año.

En Navachiste, Sinaloa la composición de tallas presentó un intervalo de 60 a 210 mm en laguna y plataforma. La longitud total promedio (\pm una desviación estándar) en la laguna fue de 107 ± 26 mm y en la plataforma de 137 ± 25 mm, una diferencia de sólo 20 mm (figura 10a). La abundancia registrada fue similar en laguna y plataforma, la mayor frecuencia fue de 10 a 20 org•ha⁻¹ para todo el período de muestreo (figura 10b).

Distribución y tallas de camarón azul

En la figura 8 se muestra la distribución espacial de las tallas y abundancia ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$). Los números en las figura son el promedio de longitud total (mm) en cada localidad.

En julio se encontraron concentraciones de más de $100 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la porción interior de la laguna (talla $<100 \text{ mm}$). Las concentraciones se mantienen de julio hasta septiembre entre 40 a $100 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la laguna. En la plataforma costera las concentraciones importantes de mayo a julio prácticamente desaparecieron, encontrándose sólo algunos organismos con tallas $>150 \text{ mm}$. En el mes de septiembre se observa el incremento de las tallas. De octubre a diciembre el camarón azul se observa distribuido en laguna y plataforma ($<20 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ y tallas de 100 a 140 mm).

La composición de tallas del camarón azul en Navachiste tuvo un intervalo de 50 a 260 mm en laguna y plataforma. La longitud media (\pm una desviación estándar) en la laguna fue de $160 \pm 44 \text{ mm}$ y en la plataforma de 206 ± 26 (figura 11a). La abundancia en Navachiste fue muy similar entre laguna y plataforma. La mayor frecuencia fue de 5 a $10 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$ durante todo el período de muestreo (figura 11b).

Distribución y tallas de camarón blanco

Las tallas promedio (mm) y abundancia mensual ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) se muestran en la figura 9. En marzo, abril y mayo aparecen las mayores concentraciones en la laguna y plataforma con valores que van de los 20 a $80 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$. Las tallas encontradas fueron de 130 a los 150 mm . Para el mes de julio en la parte más interior de la laguna se presentaron abundancias de 60 a $80 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$, y tallas menores a los 80 mm . Hasta diciembre se observaron

concentraciones en la porción interior de la laguna, en este periodo las tallas se incrementaron hasta 110 mm.

El camarón blanco en Navachiste, Sinaloa presentó un intervalo de 60 a 240 mm en laguna y plataforma. La longitud total promedio (\pm una desviación estándar) en la laguna fue de 142 ± 31 mm y en la plataforma de 165 ± 22 (figura 12a). La abundancia en Navachiste se presentó de manera muy similar en laguna y plataforma, el valor de abundancia más frecuente capturada fue de 5 a $10 \text{ ind}\cdot\text{ha}^{-1}$ (figura 12b).

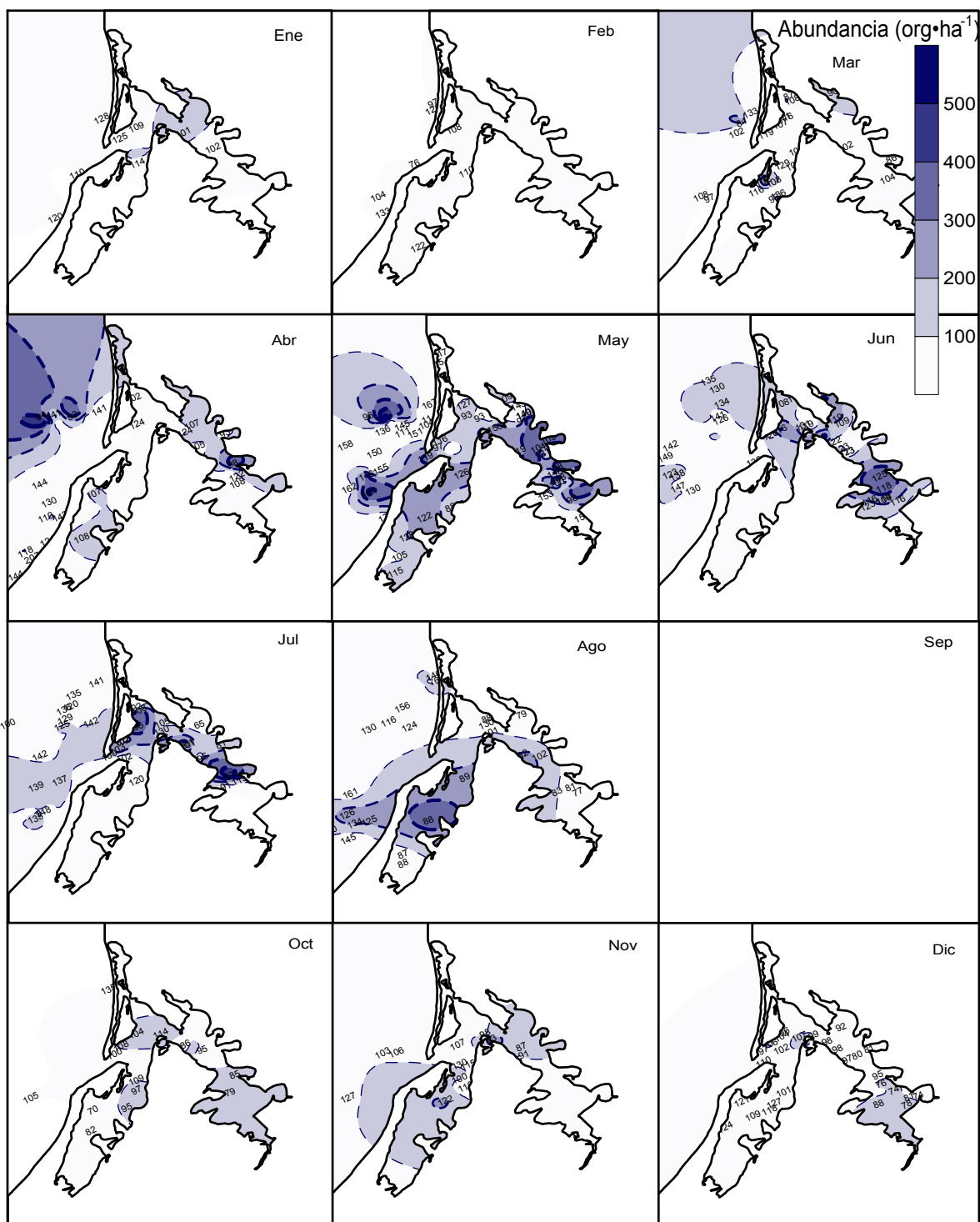


Figura 7. Distribución y abundancia de camarón café en el sistema lagunar de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La escala muestra el número de camarones por hectárea ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación.

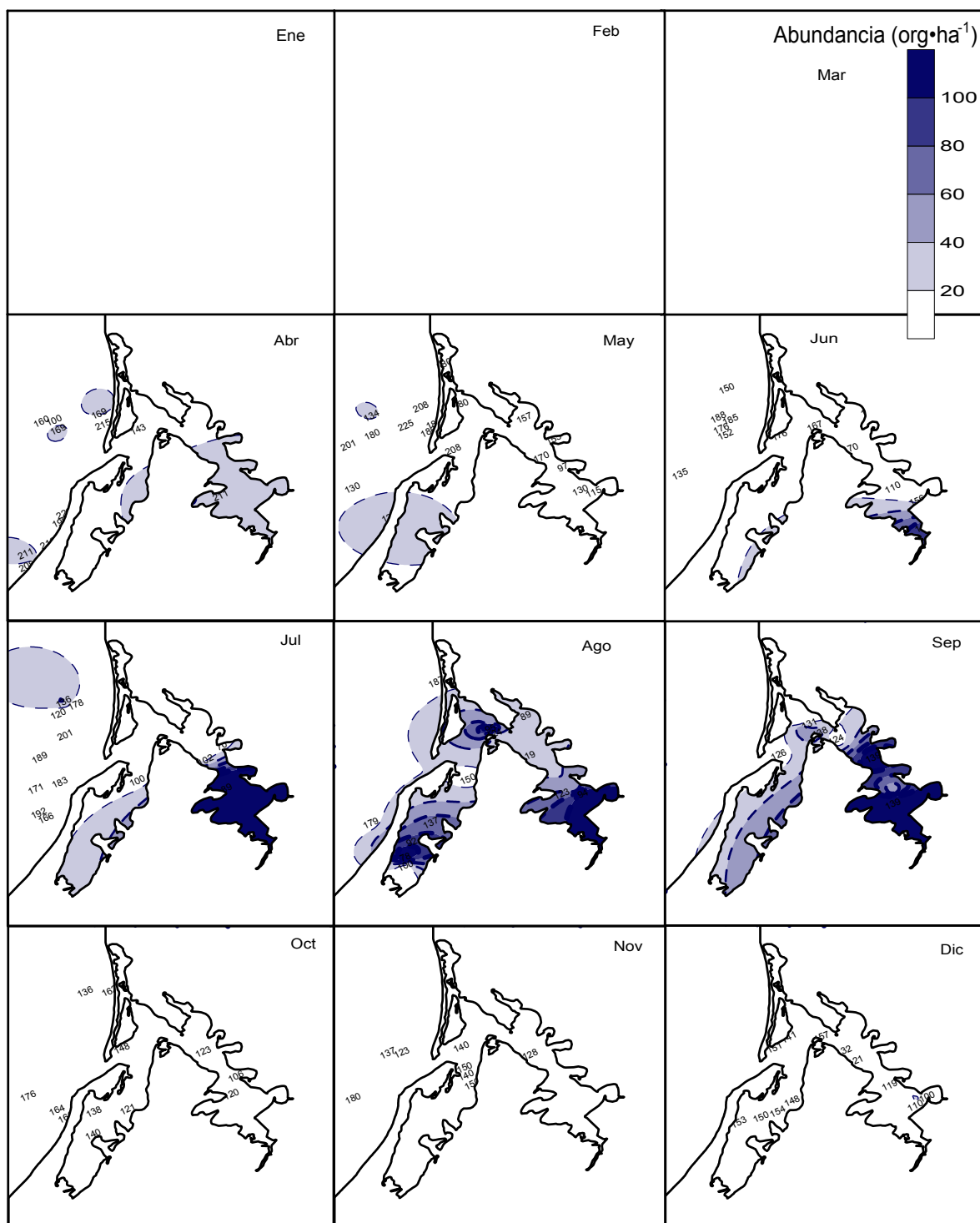


Figura 8. Distribución y abundancia de camarón azul en el sistema lagunar de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La escala muestra el número de organismos por hectárea ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación.

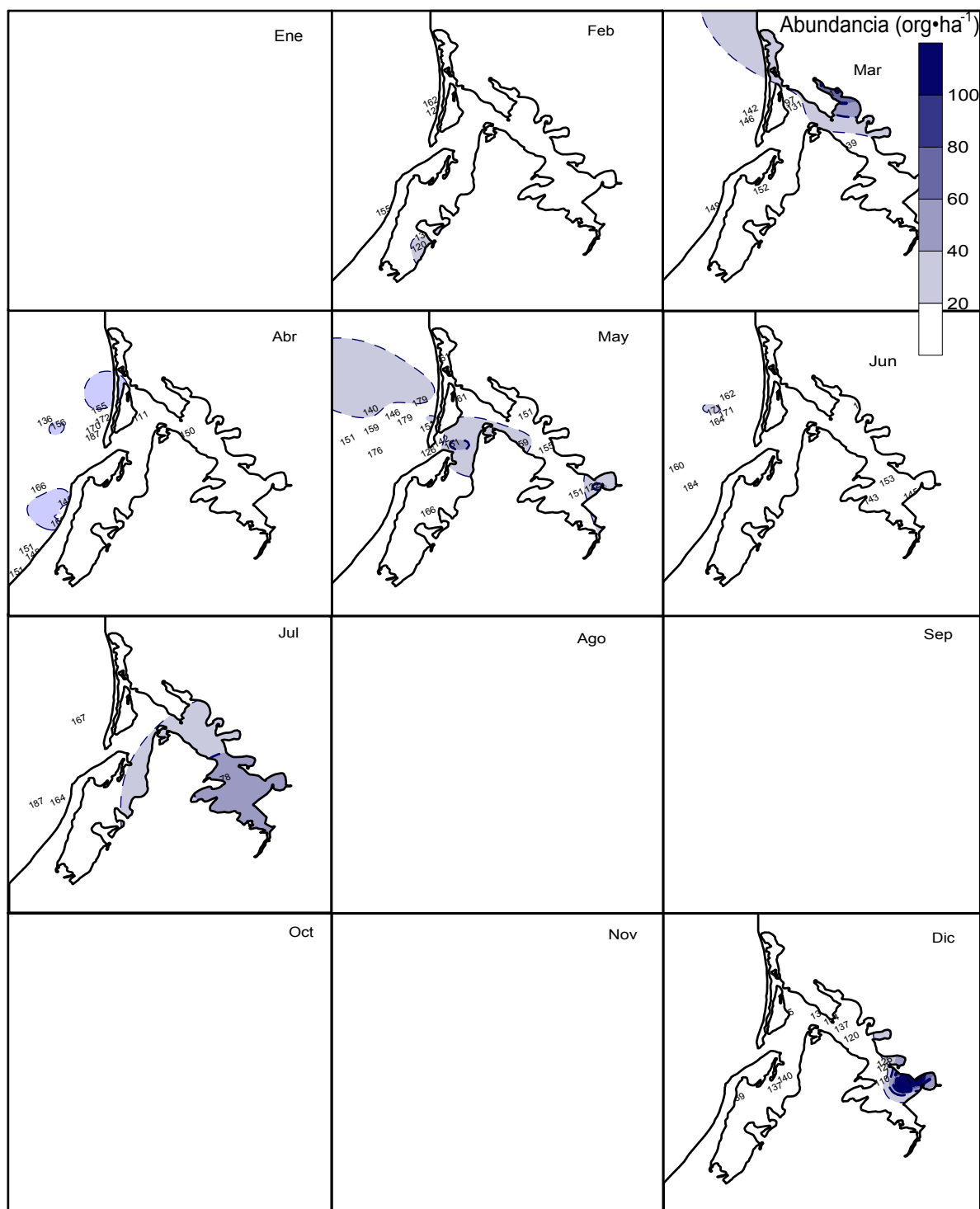


Figura 9. Distribución y abundancia de camarón blanco en el sistema lagunar de Agiabampo Sinaloa/Sonora. La escala muestra el número de por hectárea ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación.

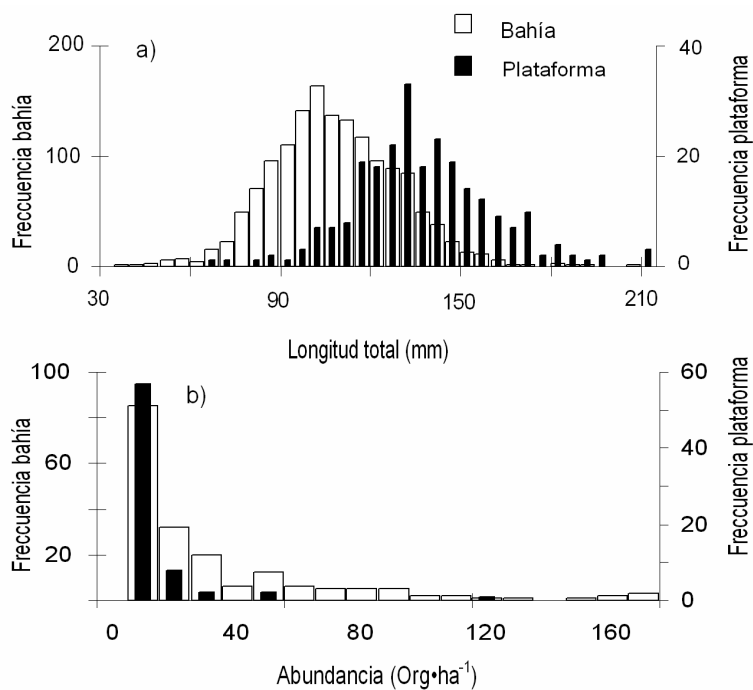


Figura 10. Frecuencia de tallas (a) y abundancia (b) (org·ha⁻¹) de camarón café en la laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa durante el ciclo de muestreo.

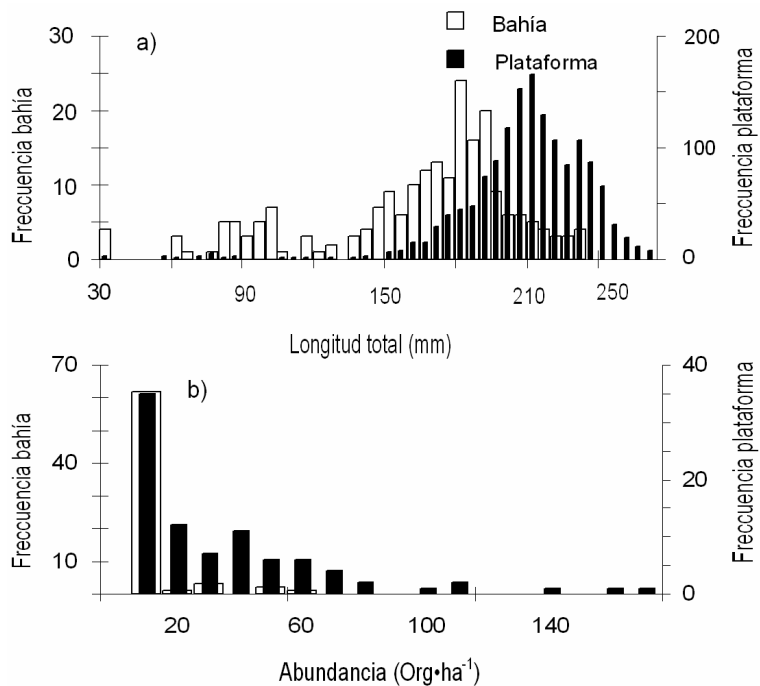


Figura 11. Frecuencia de tallas (a) y abundancia (b) (org·ha⁻¹) de camarón azul en la laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa durante el ciclo de muestreo.

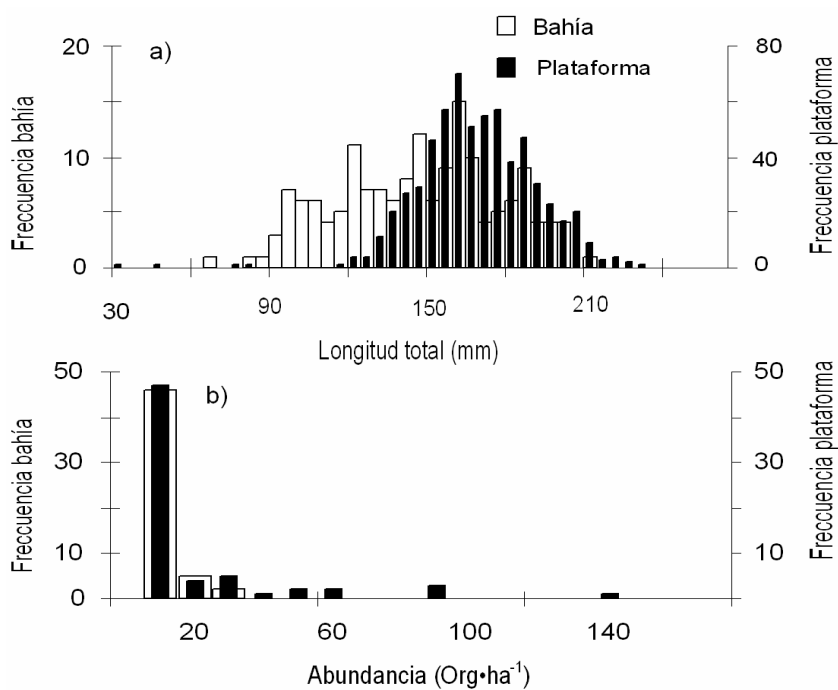


Figura 12. Frecuencia de tallas (a) y abundancia (b) ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) de camarón blanco en la laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa durante el ciclo de muestreo.

3.1.3. CRECIMIENTO

Crecimiento de camarón café

La longitud total de las hembras estuvo en el intervalo de 90 a 150 mm (figura 13). Las hembras grandes fueron más comunes en la plataforma durante abril y julio. En la laguna las hembras pequeñas dominaron durante todo el año. Los datos de las longitudes medias fueron acumulados para los meses muestreados. La prueba de Fisher mostró que no existen diferencias significativas ($F_{(1, 12378)} = 5.57$; $P = 0.046$) en la longitud media al 1% de probabilidad.

La longitud total de los machos estuvo en el intervalo de 90 a 120 mm (figura 13). Los machos de mayor talla fueron encontrados en la plataforma durante abril a agosto. La comparación estadística genera los mismos resultados encontrados para las hembras ($F_{(1, 10680)} = 7.37; P = 0.024$).

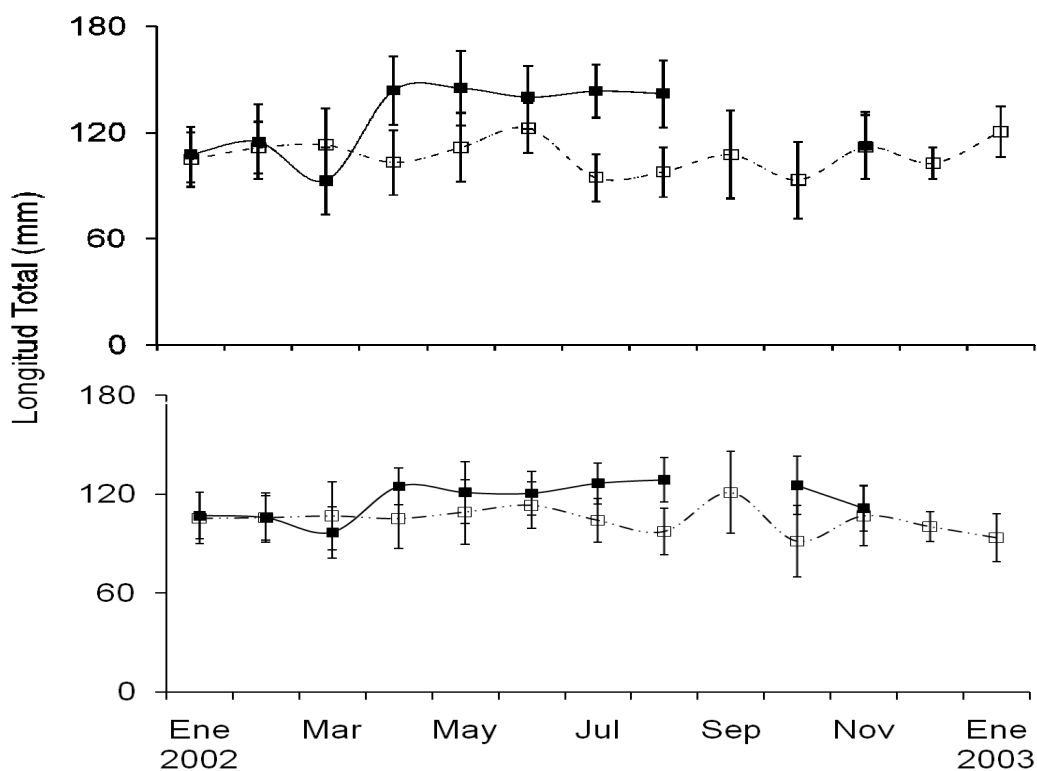


Figura 13. Longitud media \pm una desviación estándar para hembras (arriba) y machos (abajo) de camarón café de enero del 2002 a enero del 2003 en la laguna (□) y la plataforma (■) de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

Crecimiento de camarón azul

En la plataforma la talla de las hembras capturadas entre abril y julio fluctuó en el intervalo de los 90 a 190 mm. En la laguna las hembras pequeñas dominaron durante todo

el año (figura 14). Las longitudes de las hembras entre la laguna y plataforma (1% de probabilidad) fueron significativamente diferente con la prueba de Fisher ($F_{(1, 1458)} = 37.08$; $P = 0.000293$).

La longitud total de los machos presentó un intervalo de 90 a 190 mm (figura 14). La comparación estadística mostró diferente composición de tallas de los machos en las dos zonas ($F_{(1, 829)} = 32.45$; $P = 0.000296$).

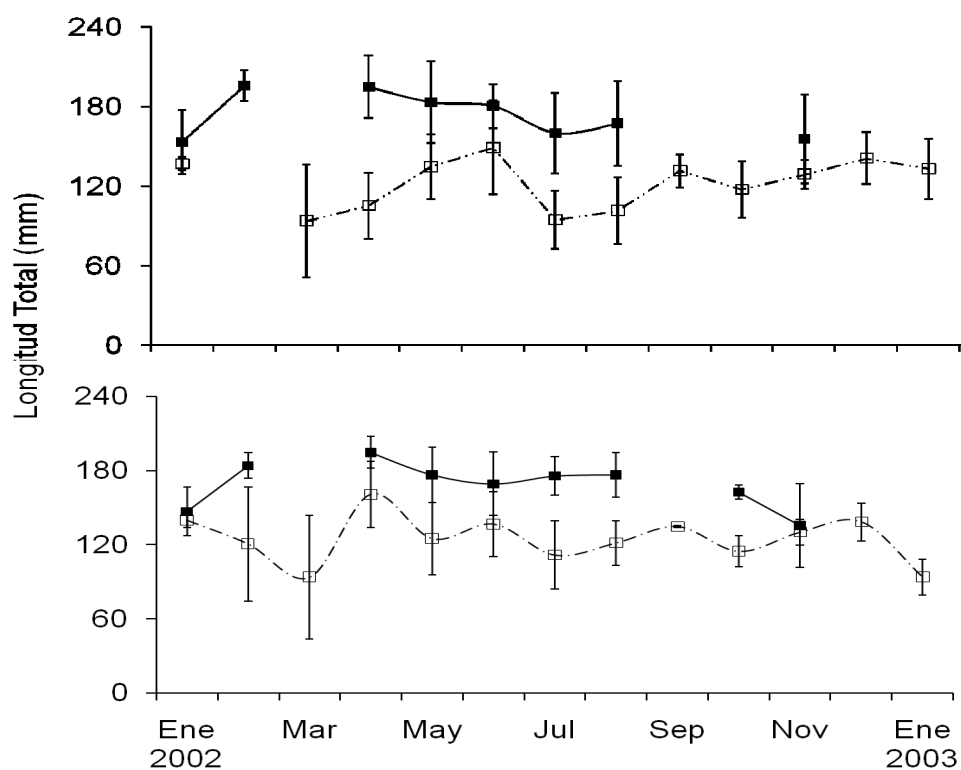


Figura 14. Longitud media \pm una desviación estándar para hembras (arriba) y machos (abajo) de camarón azul de enero del 2002 a enero del 2003 en la laguna (□) y la plataforma (■) de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

Crecimiento de camarón blanco

La longitud total de las hembras capturadas presentó un intervalo de 80 a 170 mm (figura 15). Las hembras grandes dominaron en la plataforma durante abril y julio, en la laguna las hembras pequeñas sobresalieron durante todo el año. La prueba de Fisher mostró diferencias significativas ($F_{(1, 785)} = 14.80$; $P = 0.006320$) al 1% de probabilidad.

La longitud de los machos fue en el intervalo de 80 a 160 mm (figura 15), los más grandes se encontraron en la plataforma durante abril a agosto y con mínimas diferencias en tallas. La comparación estadística de las longitudes en los machos no mostró diferencias significativas dentro y fuera de la laguna ($F_{(1, 716)} = 9.17$; $P = 0.0191$).

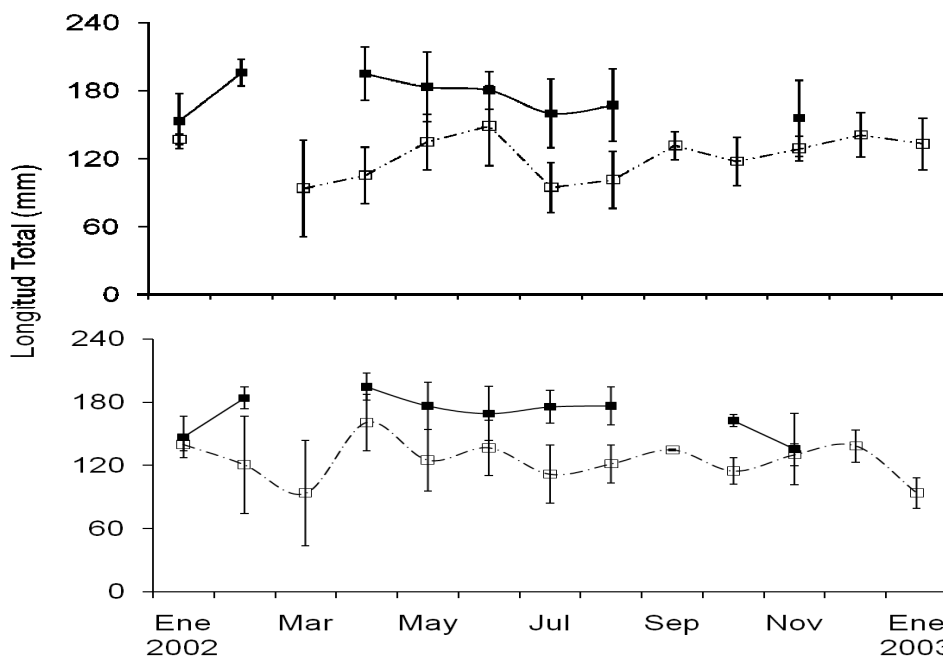


Figura 15. Longitud media \pm una desviación estándar para hembras (arriba) y machos (abajo) de camarón blanco de enero del 2002 a enero del 2003 en la laguna (□) y la plataforma (■) de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

3.1.4. CURVAS DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY

Los parámetros anuales del crecimiento para cada especie (Tabla VI) muestran mínimas diferencias en las curvas de la relación longitud-edad entre la laguna y plataforma, comparada con phi prima (ϕ').

En camarón café para la plataforma y laguna se encontraron valores del coeficiente de crecimiento (K) en el intervalo de 0.31 a 0.97 anual, longitud asintótica (L_∞) de 16.14 a 23.83 cm y phi prima (ϕ') de 2.16 a 2.49. En el camarón azul la K fue de 0.22 a 1.10, L_∞ de 15.5 a 27.35 y ϕ' de 2.12 a 2.67. Para el camarón blanco K fue de 0.15 a 0.85, L_∞ de 16.41 a 25.86 y ϕ' de 1.97 a 2.59.

Tabla VI. Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (K = coeficiente de crecimiento (anual), L_∞ = longitud asintótica (cm) y ϕ' = phi prima).

	K (anual)	L_∞ (cm. LT)	ϕ'
CAMARÓN CAFÉ			
Bahía	0.71	18.67	2.37
Plataforma	0.48	22.19	2.36
CAMARÓN AZUL			
Bahía	0.46	19.87	2.21
Plataforma	0.57	23.20	2.42
CAMARÓN BLANCO			
Bahía	0.47	19.17	2.19
Plataforma	0.46	21.12	2.26

La comparación de las phi primas estimadas de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para las especies de camarón café, azul y blanco; fueron estadísticamente

diferentes ($H=11.19828$; $P = 0.0036$) con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para la comparación de cada una de la especies entre la laguna y plataforma no existieron diferencias entre las líneas ($H= 3.77$; $P = 0.052$) de crecimiento ajustadas en la ecuación.

3.1.5. RECLUTAMIENTO EN BAHÍA Y PLATAFORMA

La frecuencia de tallas del camarón café en la laguna presentó un intervalo de 40 a 175 mm de longitud total (LT) para los años 2002 y 2003 (figura 16). En la plataforma el intervalo de tallas fueron de los 30 hasta los 205 mm de LT (figura 16). La longitud total (LT) promedio (\pm una desviación estándar) en la laguna fue de 105.9 ± 18.1 mm y un coeficiente de variación (CV) de 17%. La LT promedio en la plataforma fue de 132.4 mm (± 20.7) y un CV del 16%.

Los nuevos reclutas en la laguna aparecen en dos periodos, el primero se observó en el mes de marzo con tallas de 50 mm de longitud total y el segundo periodo entre los meses de junio hasta octubre con tallas inferiores a los 80 mm de LT (figura 16). Cabe aclarar, que durante el periodo de muestreo no se capturó organismos el mes de septiembre. En la plataforma también se observaron dos periodos de reclutamiento, el primero fue en el mes de marzo con tallas de 50 mm de longitud total, el segundo período en julio con tallas inferiores a los 80 mm de longitud total (figura 16).

En camarón azul, la frecuencia de talla se encontró en el intervalo de los 35 a 235 mm de LT en la laguna (figura 17). En la plataforma fue de los 65 hasta los 235 mm de LT

(figura 17). La LT promedio \pm desviación estándar en la laguna fue de 124.4 ± 26.1 mm y el CV de 21%. La LT promedio en la plataforma fue de 173.2 ± 27.2 mm y un CV del 16%. Los nuevos reclutas en la laguna aparecen en el periodo de julio a agosto con tallas de 30 mm (figura 17). En la plataforma se observó reclutamiento de organismos en el mes de julio con 50 mm de longitud total (figura 17).

En la laguna el camarón blanco presentó tallas de 50 a 215 mm de LT para 2002 y 2003 (figura 18). En la plataforma fue de 80 a 210 mm de LT (figura 18). La LT promedio \pm desviación estándar en la laguna fue de 121.7 ± 25.2 mm y un coeficiente de variación (CV) de 21%. La LT promedio en la plataforma fue de 158.2 ± 14.7 mm y un CV del 9%.

Los nuevos reclutas en la laguna aparecen en dos periodos, igual que el camarón café, el primero se observó en el mes de marzo con tallas de 40 mm de longitud total y el segundo el segundo en el mes de agosto con tallas inferiores a los 40 mm de LT (figura 18). En los meses de septiembre y octubre de los dos años del estudio no se capturaron organismos. En la plataforma también se observaron dos periodos de reclutamiento el primero fue en el mes de abril con tallas de 60 mm de longitud total y el segundo en el mes de julio con 80 mm de longitud total (figura 18).

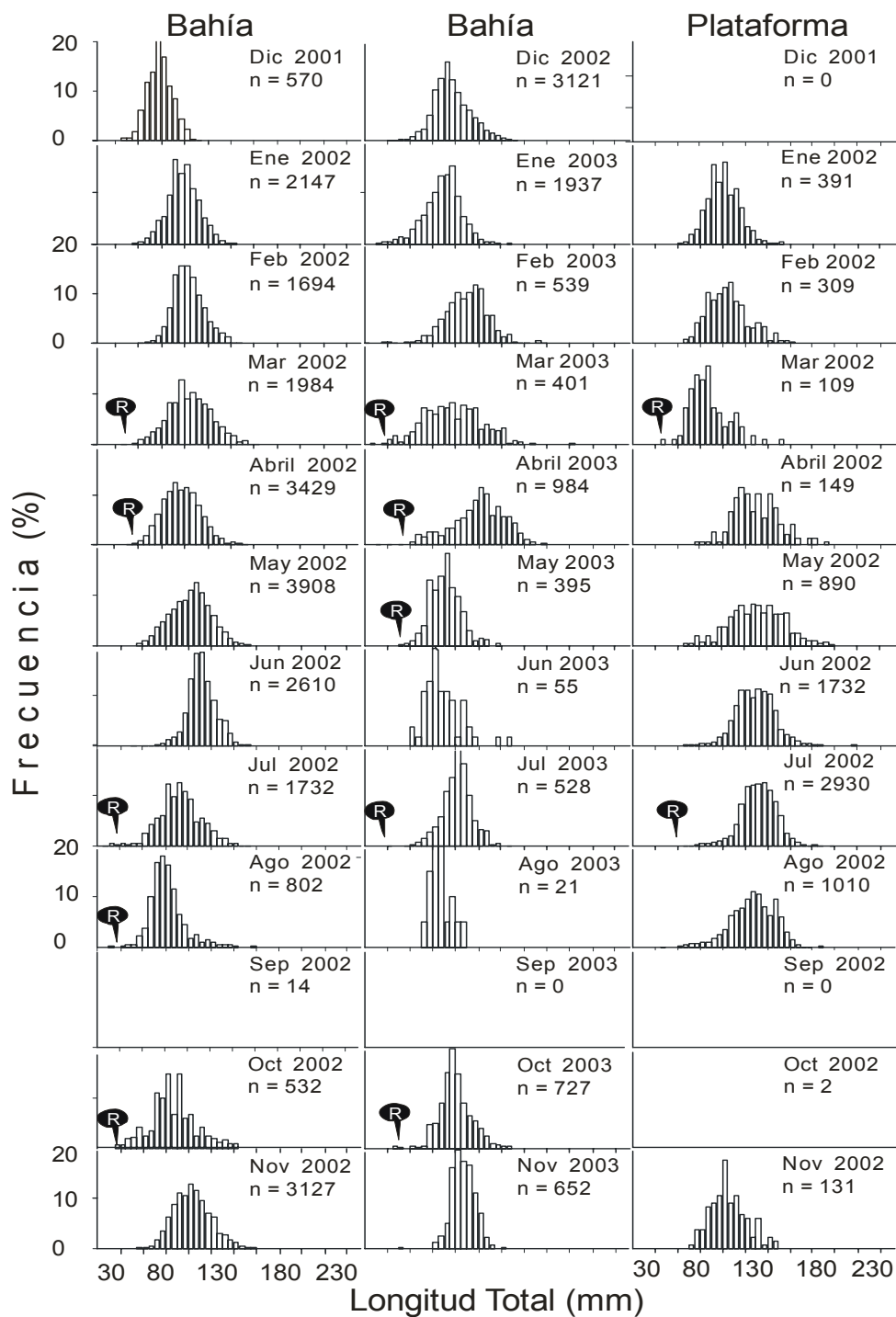


Figura 16. Estructura mensual de tallas de camarón café del sistema costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora, México durante 2001, 2002, y 2003. Los círculos negros indican los meses donde se observó reclutamiento.

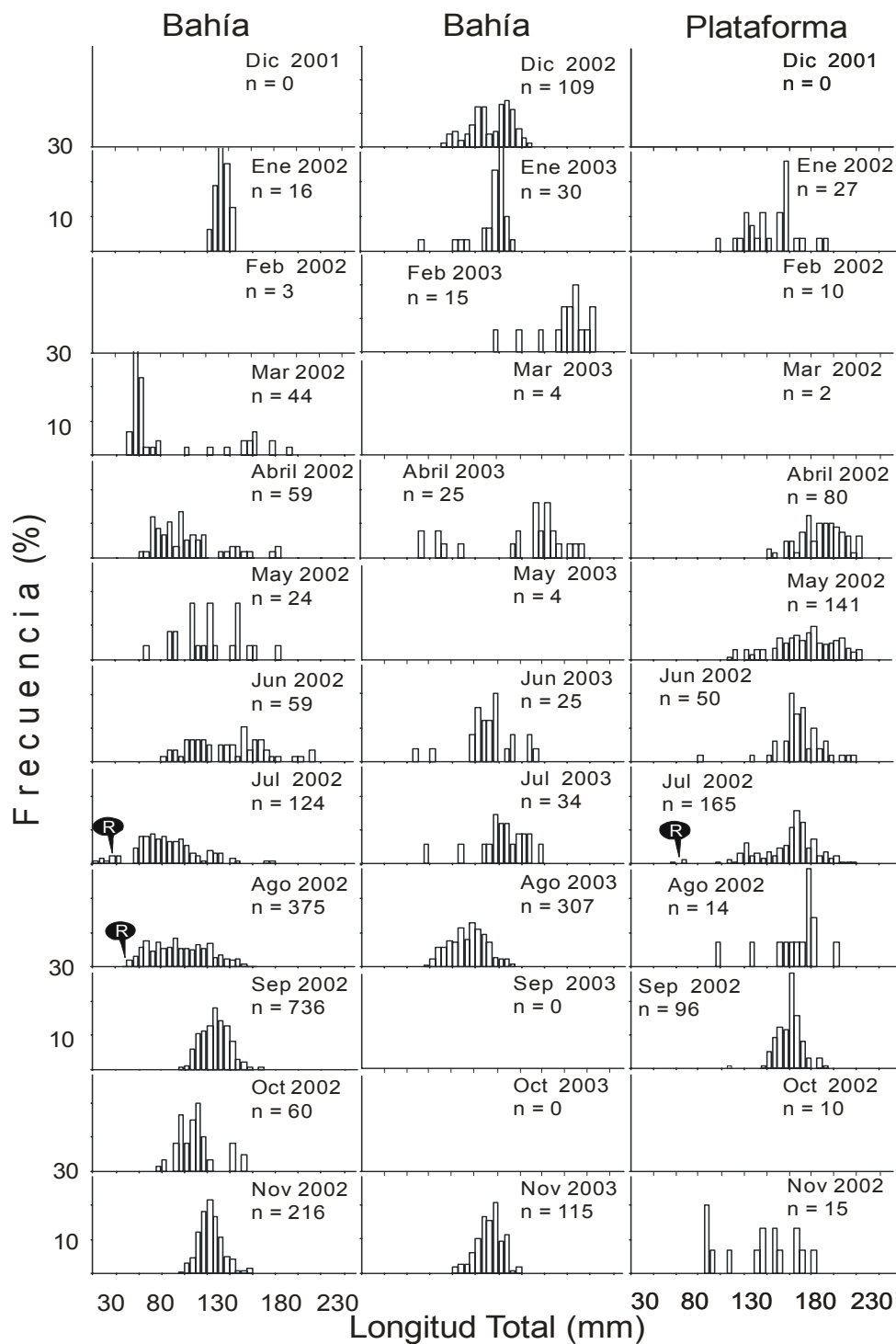


Figura 17. Estructura mensual de tallas de camarón azul del sistema costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora, México durante 2001, 2002, y 2003. Los círculos negros indican los meses donde se observó reclutamiento.

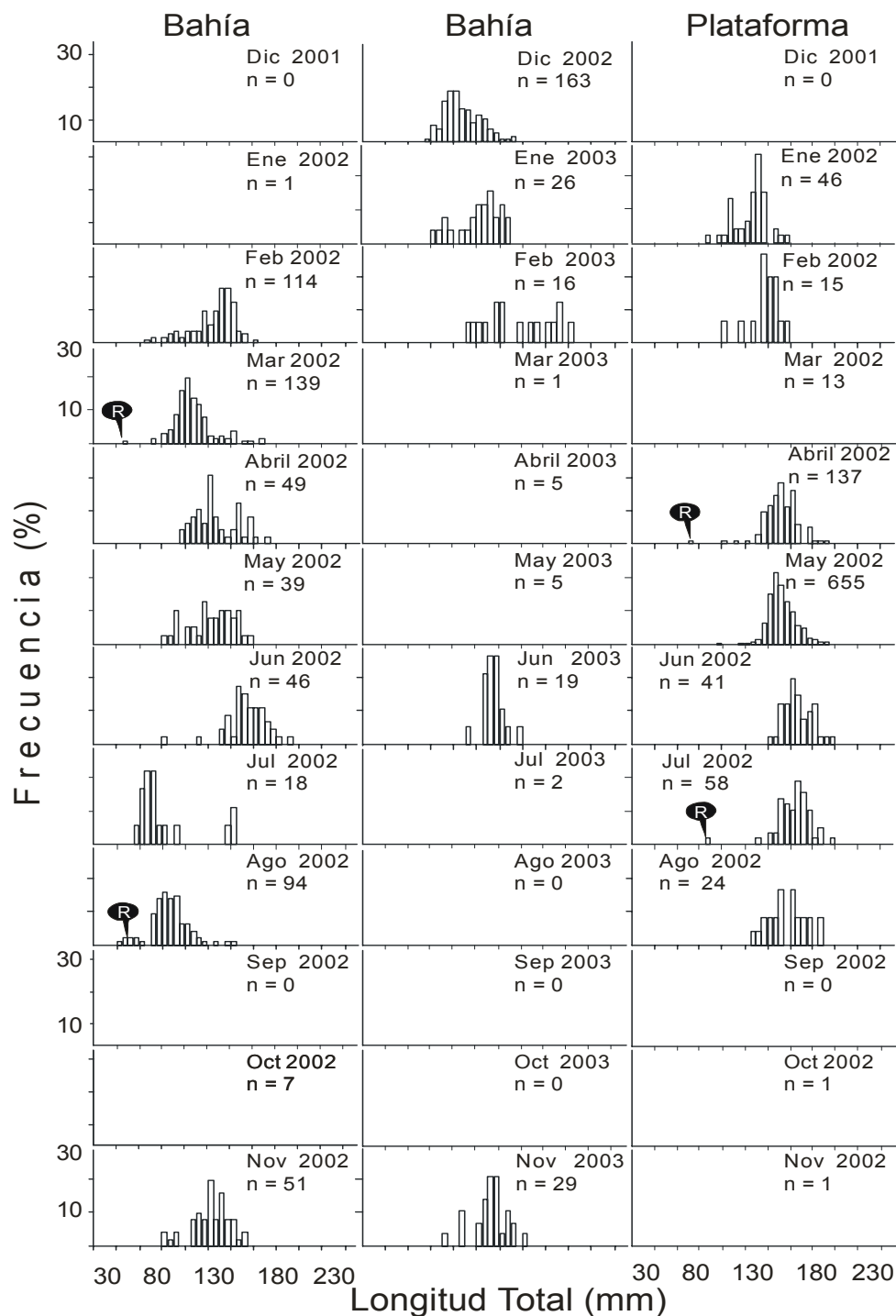


Figura 18. Estructura mensual de tallas de camarón blanco del sistema costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora, México durante 2001, 2002, y 2003. Los círculos negros indican los meses donde se observó reclutamiento.

3.1.6. CURVAS NORMALES DE RECLUTAMIENTO

Para el camarón café se identificaron dos periodos de reclutamiento en la laguna y la plataforma, con las distribuciones normales de organismos reclutados a las poblaciones (figura 19). En la laguna los mayores reclutamientos se presentaron en la primera moda en los meses de abril a mayo del periodo anual con 15% y una segunda de menor intensidad en los meses de junio y julio con menos del 10% del total (figura 19). En la plataforma la moda de mayor intensidad fue en el mes de mayo con 14% y la segunda en el mes de julio con menos del 5 % (figura 19).

Se distinguieron dos periodos de reclutamiento de camarón azul (figura 20). En la laguna, el primer reclutamiento se presentó en los meses de mayo a junio del periodo anual con 7% y un segundo de mayor intensidad en los meses de agosto y septiembre con menos del 17% del total. En la plataforma se identificó una sola moda con la máxima intensidad en los meses de junio y julio con 12% (figura 20).

Para el camarón blanco se registraron dos periodos de reclutamiento en la laguna y la plataforma (figura 21). En la laguna el menor reclutamiento se presentó en la primera moda (figura 21) durante los meses de mayo a junio del periodo anual con 6% y una segunda de mayor intensidad en los meses de julio y agosto con menos del 15% del total. En la plataforma la moda de mayor intensidad fue en el mes de mayo con 18% y la segunda en el mes de julio con menos del 5 % (figura 21).

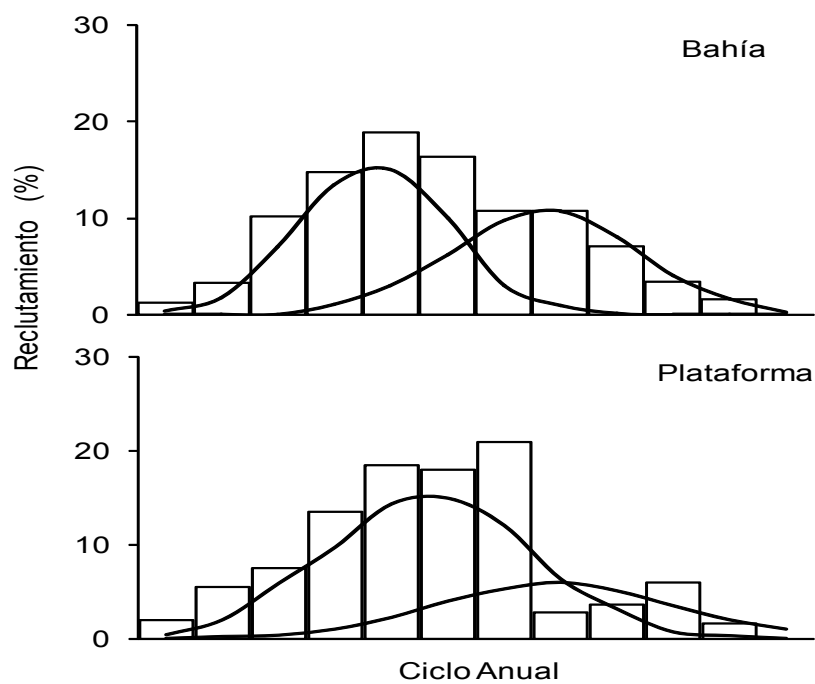


Figura 19. Curvas normales y frecuencias de reclutamiento del camarón café en el sistema costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

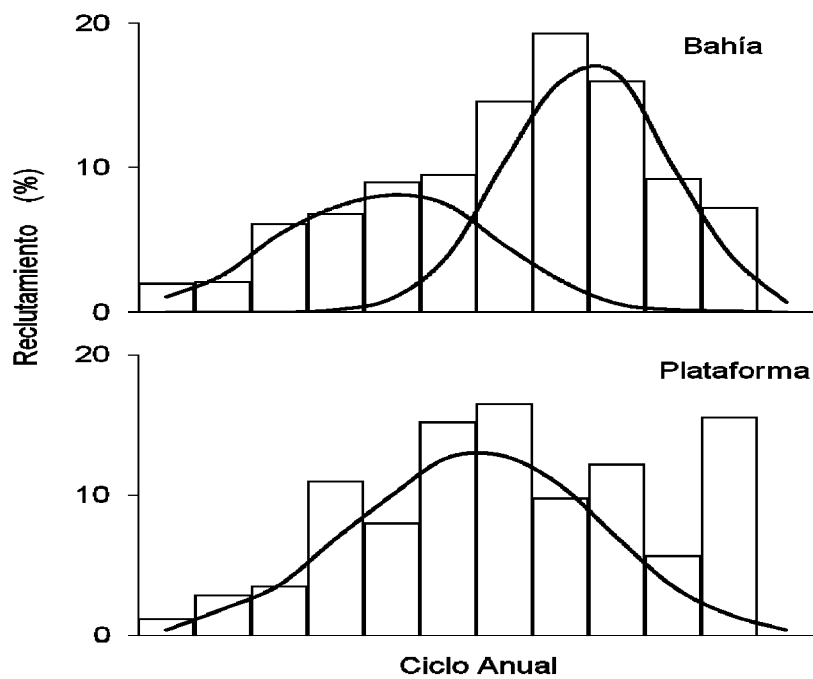


Figura 20. Curvas normales y frecuencias de reclutamiento del camarón azul en el sistema costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

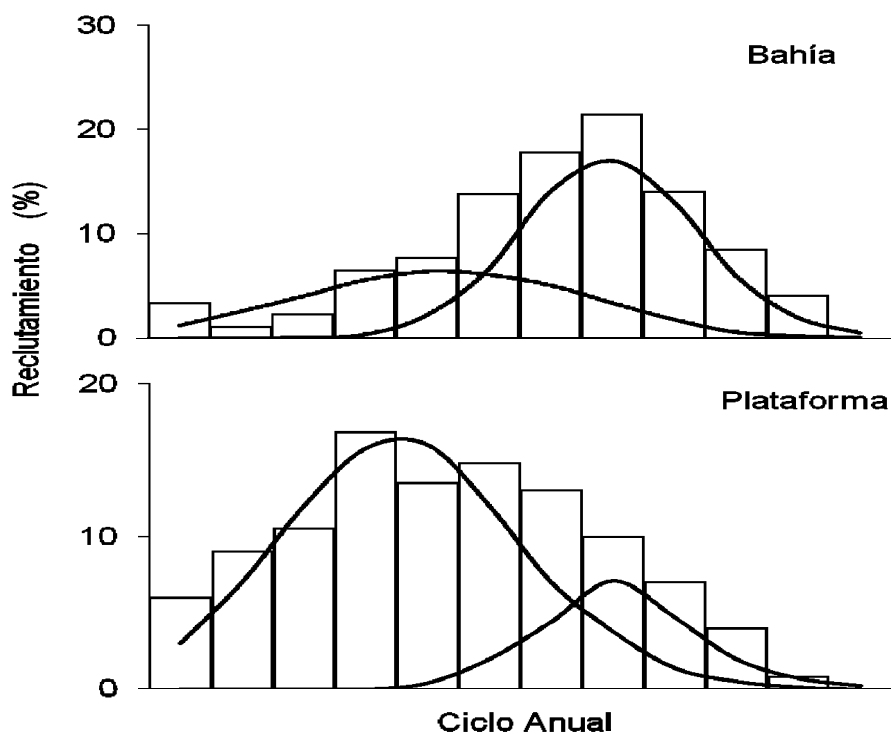


Figura 21. Curvas normales y frecuencias de reclutamiento del camarón blanco en el sistema costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

3.1.7. TALLA DE RECLUTAMIENTO

La talla de reclutamiento (L_r) de camarón café fue calculada (ecuación 2) para dos períodos que se observó juveniles en la laguna y la plataforma. La longitud de reclutamiento en la laguna en el período de abril a mayo fue de 102.57 mm de longitud total y para el periodo de junio a julio la diferencia fue tan solo de 0.23 mm menor a las tallas del período anterior (figura, 22). El valor de parámetro de ajuste de la curva, r , en ambos casos fue de 0.056.

En la plataforma también se utilizaron los dos periodos encontrados en los análisis anteriores para calcular la talla de reclutamiento, el primero en los meses de abril a junio fue de 127.5 mm de longitud total y el segundo periodo de julio a agosto con la misma longitud que el anterior primer periodo (figura 23). El parámetro de ajuste en la plataforma costera fue de 0.109 en las dos series de datos.

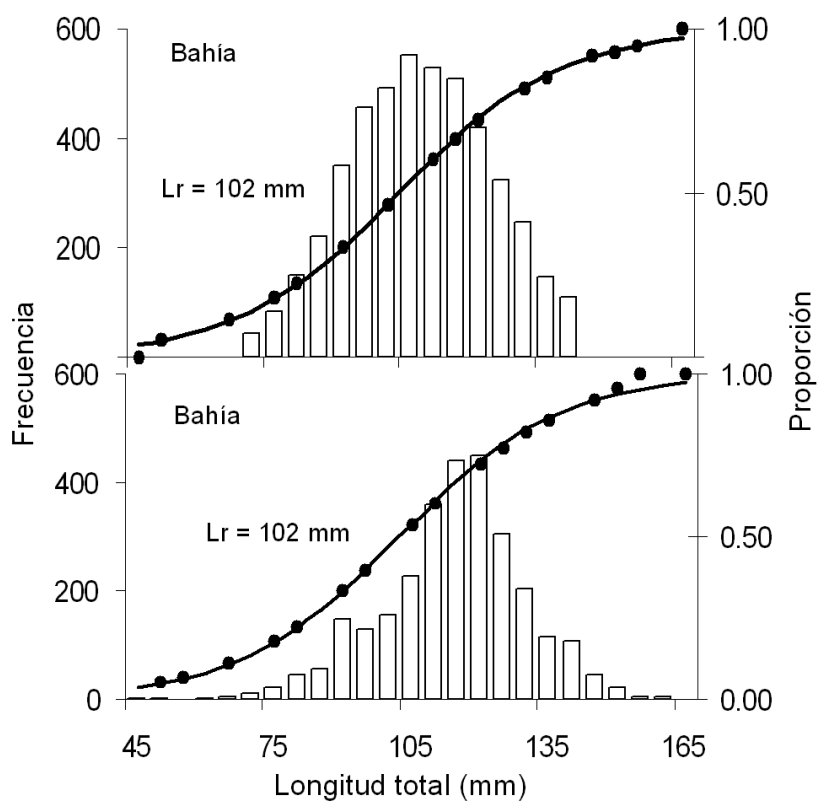


Figura 22. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de primer reclutamiento (primero pulso arriba y segundo abajo) de camarón café en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

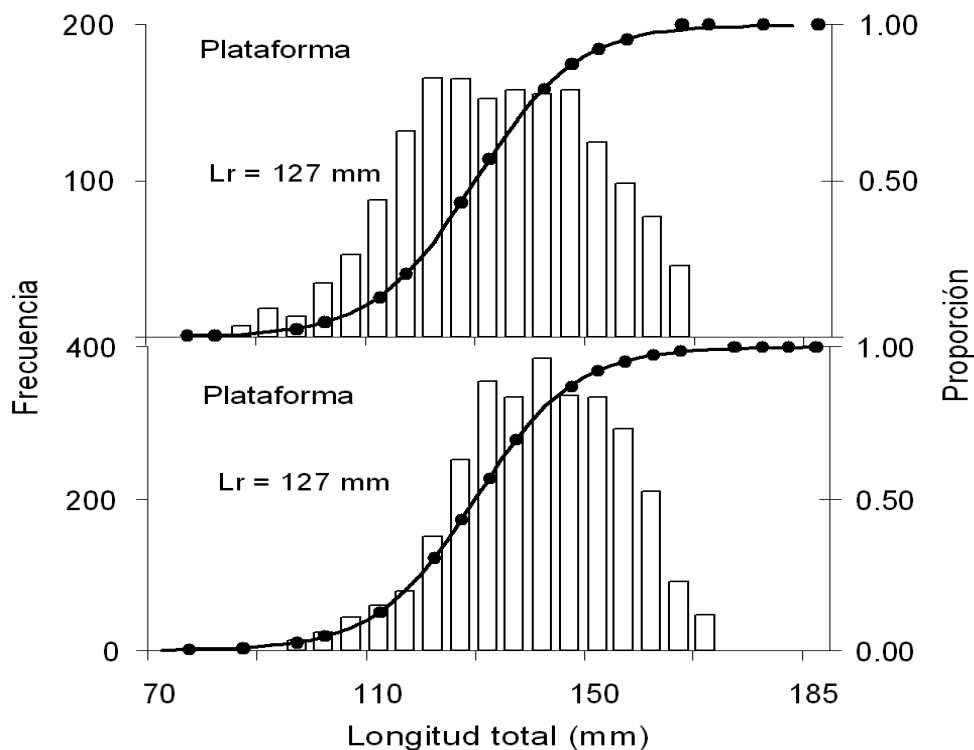


Figura 23. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de primer reclutamiento (primero pulso arriba y segundo abajo) de camarón café en la plataforma costera de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

La longitud de reclutamiento (L_r) del camarón azul se evaluó en dos períodos (ecuación 4) cuando ingresan juveniles a la estructura de tallas en la laguna y la plataforma. La L_r de la laguna en el período de marzo y abril fue de 84.8 mm y para el periodo de junio a julio fue de 105.3 mm (figura 24). El valor de parámetro de ajuste de la curva, r , en ambos casos fue de 0.037 y 0.044, respectivamente. En la plataforma se encontró un sólo periodo, el mes de julio con una talla de 167.3 mm de longitud total, como primer reclutamiento (figura 25). El parámetro de ajuste en la plataforma costera fue de 0.071.

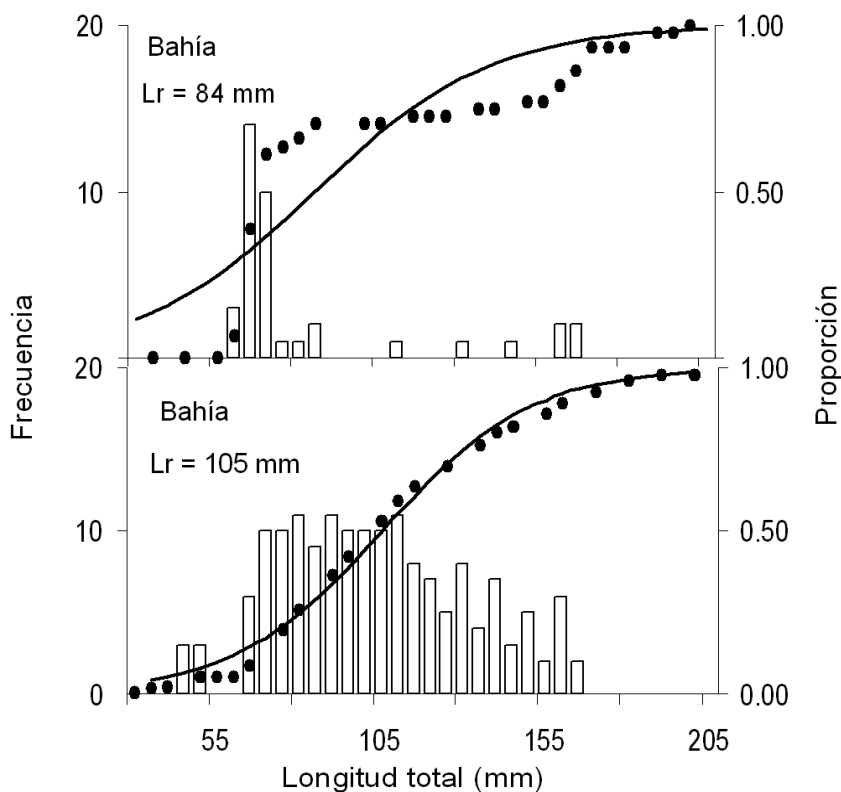


Figura 24. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de primer reclutamiento (primero pulso arriba y segundo abajo) de camarón azul en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

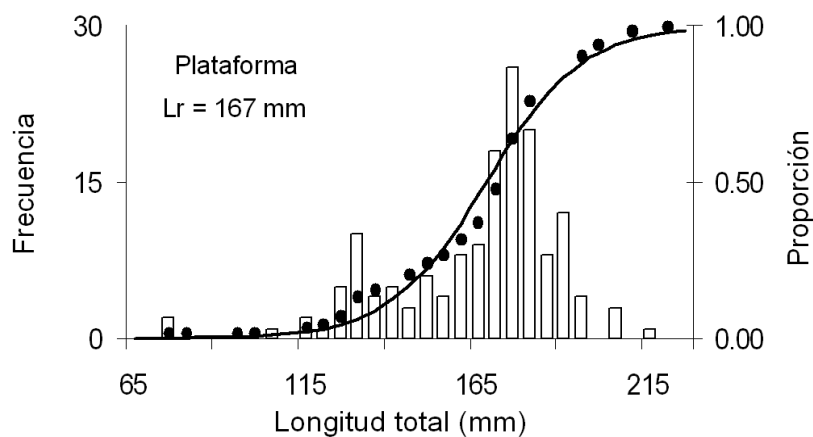


Figura 25. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de primer reclutamiento de camarón azul en la plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

Para el camarón blanco, se estimó la L_r con la ecuación 4, para los dos períodos con presencia de juveniles ingresando a las capturas en la laguna y la plataforma. En la laguna la L_r en marzo fue de 105.3 mm y en un segundo periodo de julio a agosto de 89.9 mm (figura 26). El valor de parámetro de ajuste de la curva, r , fue de 0.127 y 0.102 respectivamente. En la plataforma también se encontraron dos periodos, el primero en abril fue de 152.4 mm y el segundo en julio con 167.9 mm de L_r (figura 27). El parámetro de ajuste en la plataforma costera fue de 0.14 y .027, respectivamente.

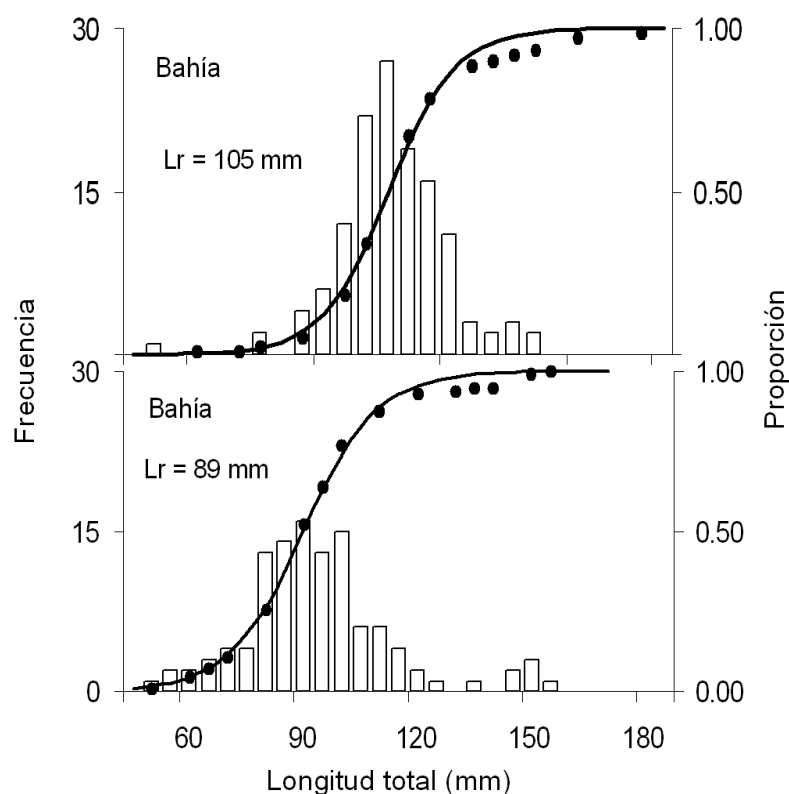


Figura 26. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de primer reclutamiento (primero pulso arriba y segundo abajo) de camarón blanco en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

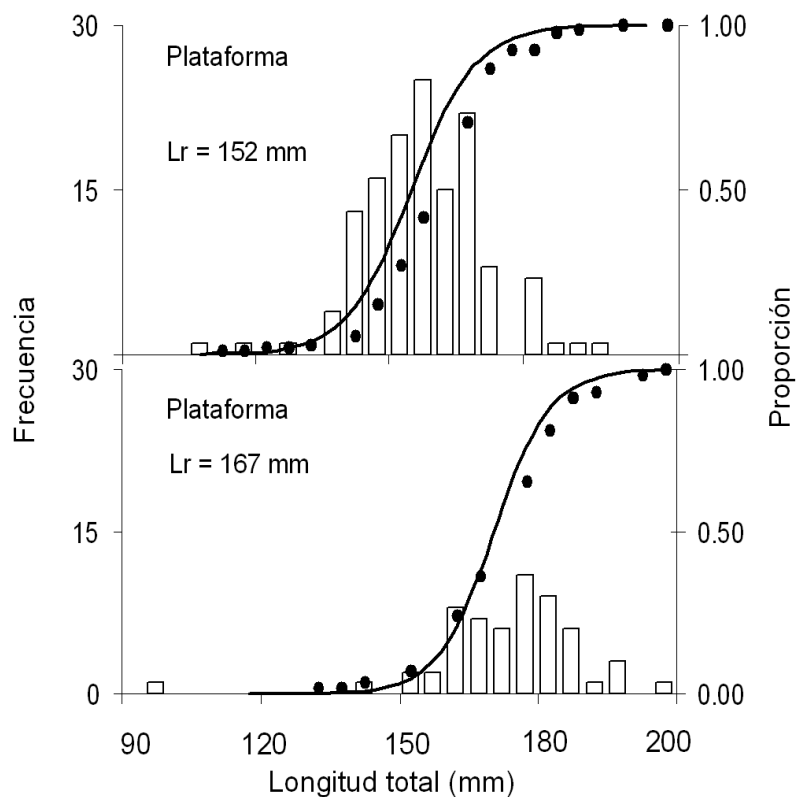


Figura 27. Distribución de tallas y curva (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de primer reclutamiento (primero pulso arriba y segundo abajo) de camarón blanco en la plataforma de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

En la laguna de Navachiste la longitud de reclutamiento del camarón café fue de 102 mm y en la plataforma de 130 mm (figura 28). El parámetro de ajuste en la plataforma costera fue de 0.094 y en la laguna de 0.085.

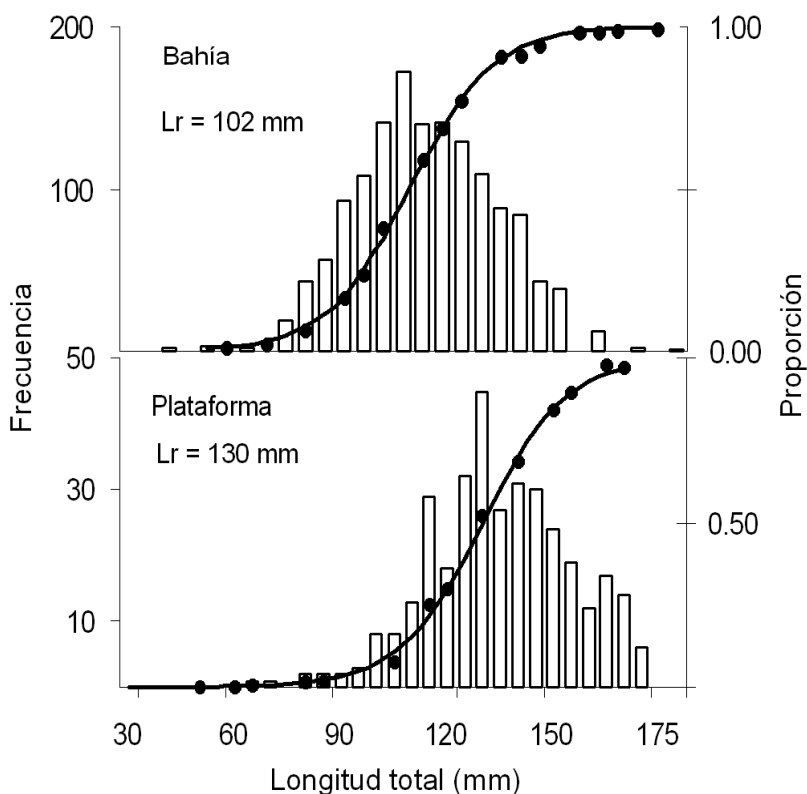


Figura 28. Distribución de tallas y ajuste (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de reclutamiento de camarón café en laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.

Para el camarón azul de Navachiste (figura 29) la longitud de reclutamiento en la laguna fue de 158 mm y la plataforma de 199 mm (figura 29). El parámetro de ajuste en la plataforma costera fue de 0.041 y 0.057 en la laguna. En el camarón blanco en la laguna fue de 120 mm y para plataforma de 147 mm (figura 30) con el parámetro de ajuste 0,054 y 0.093 en plataforma y la laguna, respectivamente.

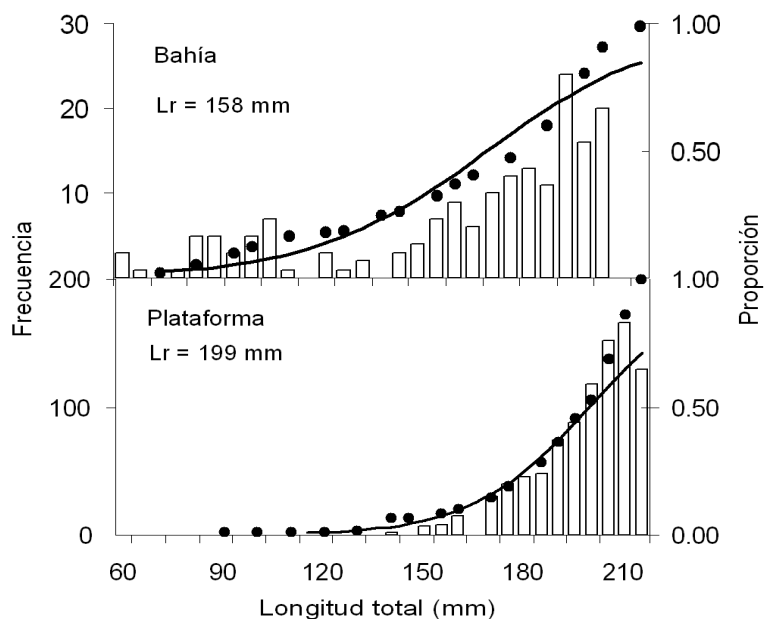


Figura 29. Distribución de tallas y ajuste (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de reclutamiento de camarón azul en laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.

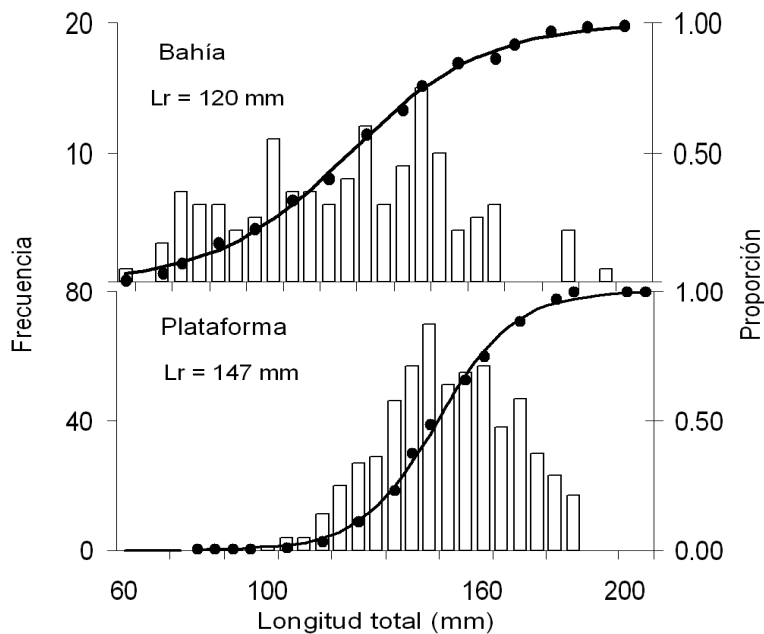


Figura 30. Distribución de tallas y ajuste (línea = calculada y puntos = observado) para obtener la talla de reclutamiento de camarón blanco en laguna y plataforma de Navachiste, Sinaloa.

3.1.8. MIGRACIÓN

Se estimó que la talla de migración para camarón café fue de 109 mm de longitud total (figura 31). En la laguna la moda de las tallas encontradas fue de 115 mm, mientras que en la plataforma la moda fue de 140 mm (figura 31). La gráfica muestra que sí existen diferencias entre la composición de tallas de las dos localidades comparadas. Los valores de ajuste de la ecuación 5 fueron $a = 8.81$ y $b = 0.080$.

Para camarón azul la talla de migración fue de 133 mm (figura 32). En la laguna la moda fue de 135 mm, mientras que en la plataforma la moda fue de 170 mm (figura 32). Los valores de ajuste de la ecuación 5 fueron $a = 7.06$ y $b = 0.052$.

En camarón blanco, la talla estimada fue de 143 mm (figura 33). En la laguna la moda fue de 110 mm y en la plataforma de 174 mm (figura 33). Los valores de ajuste de la ecuación 5 fueron $a = 8.88$ y $b = 0.062$.

En la laguna de Navachiste la talla de migración del camarón café fue de 109 mm (figura 34) Los valores de ajuste (ecuación 5) fueron $a = 7.93$ y $b = 0.072$. Para el camarón azul de Navachiste (figura 35) la talla de migración fue de 203 mm. Los parámetros de ajuste de la ecuación de migración son $a = 13.53$ y $b = 0.066$. En el camarón blanco la migración fue de 161 mm (figura 36) con los parámetro de ajuste $a = 11.37$ y $b = 0.070$.

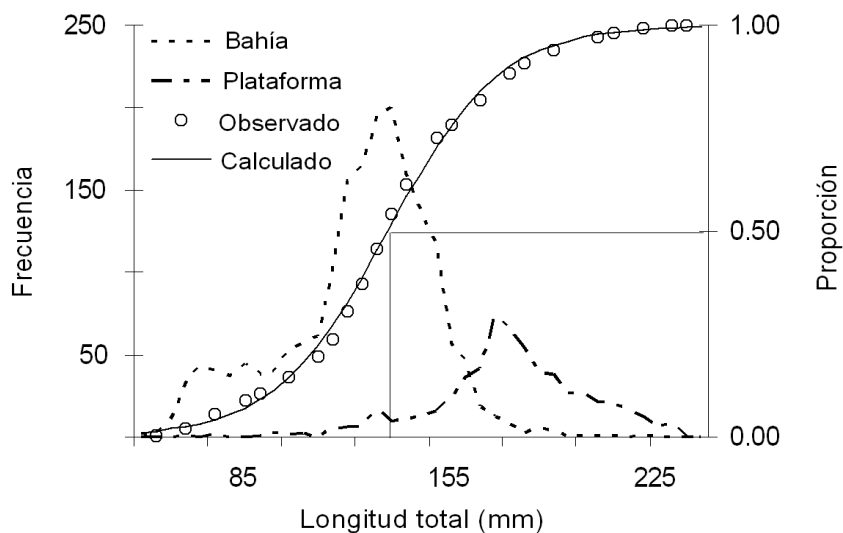


Figura 31. Distribución de tallas en laguna (----) y plataforma (— —) para obtener la talla de migración (observados, o, y calculada —) para el camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

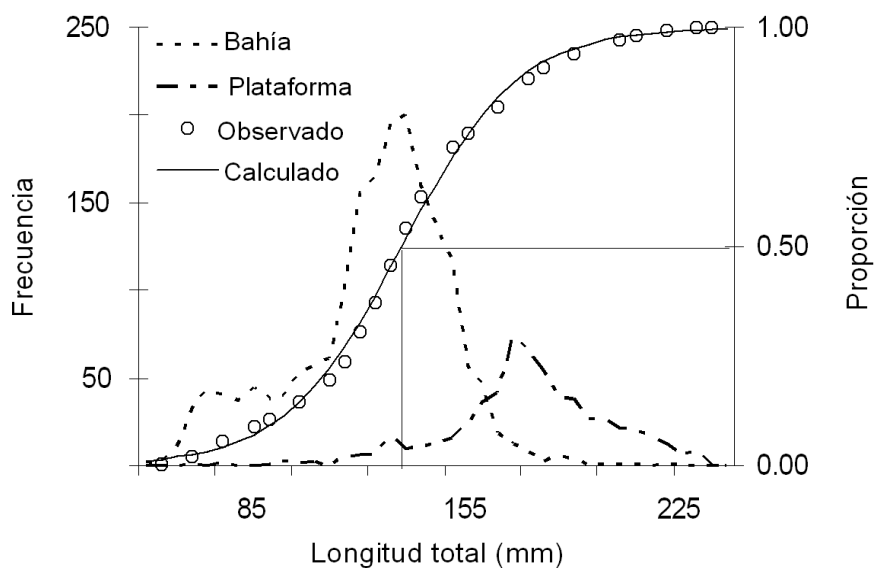


Figura 32. Distribución de tallas en laguna (----) y plataforma (— —) para obtener la talla de migración (observados, o, y calculada —) para el camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

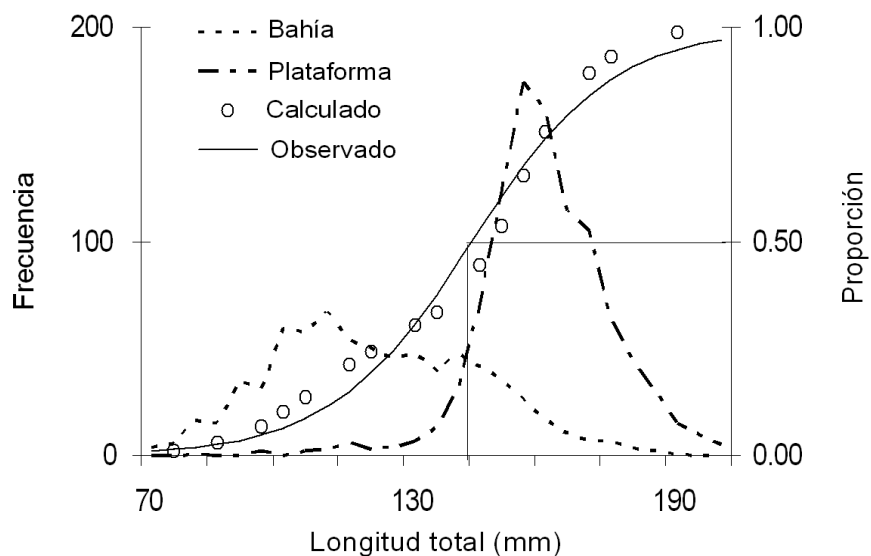


Figura 33. Distribución de tallas en laguna (----) y plataforma (— —) para obtener la talla de migración (observados, o, y calculada —) para el camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

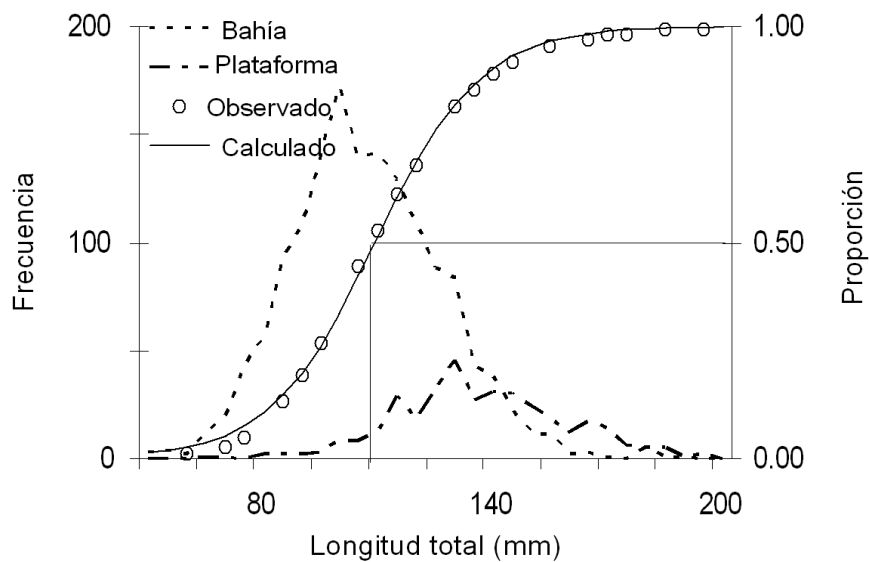


Figura 34. Distribución de tallas en laguna (----) y plataforma (— —) para obtener la talla de migración (observados, o, y calculada —) para el camarón café en el sistema de Navachiste, Sinaloa.

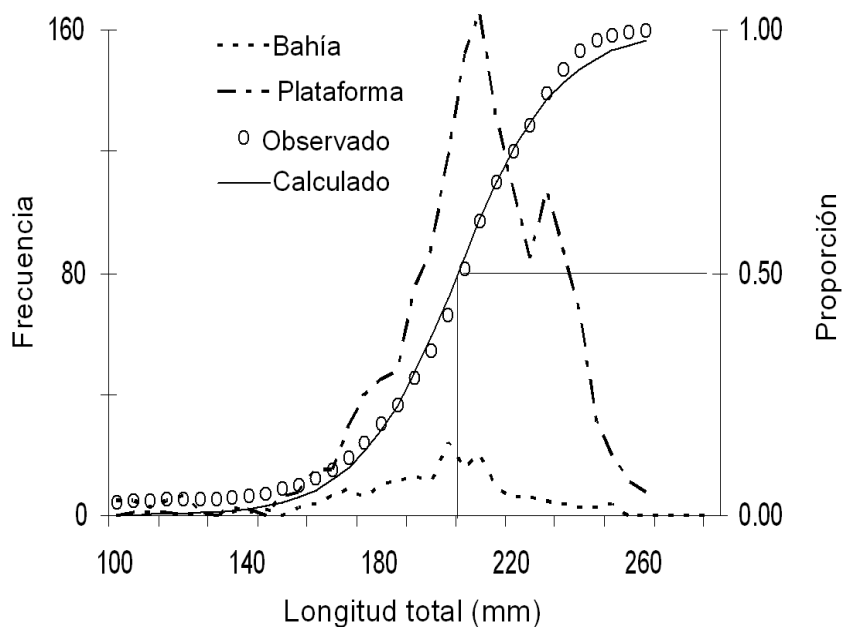


Figura 35. Distribución de tallas en laguna (----) y plataforma (— —) para obtener la talla de migración (observados, o, y calculada —) para el camarón azul en el sistema de Navachiste, Sinaloa.

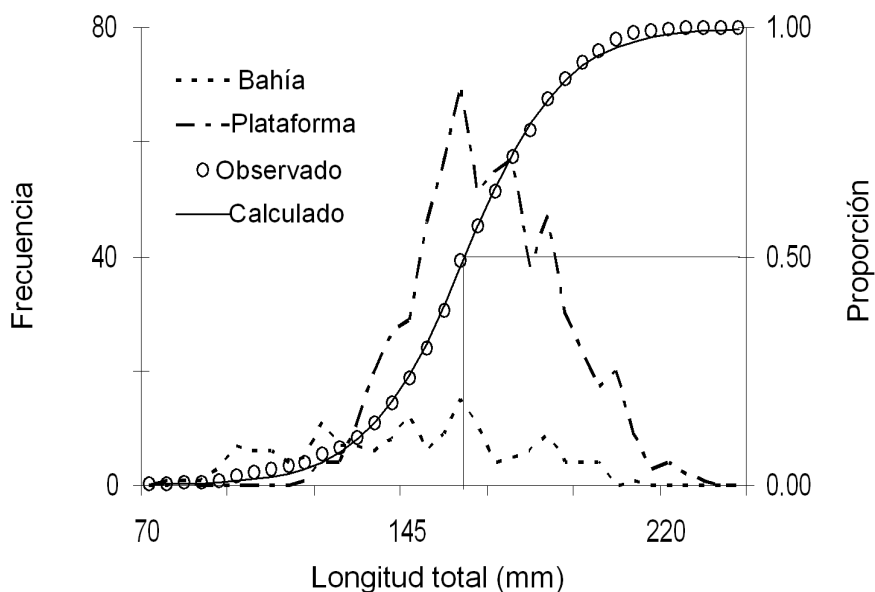


Figura 36. Distribución de tallas en laguna (----) y plataforma (— —) para obtener la talla de migración (observados, o, y calculada —) para el camarón blanco en el sistema de Navachiste, Sinaloa.

3.1.9. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS

En camarón café el porcentaje de machos maduros (estadio II) fue superior al 50 % durante el ciclo anual (figura 37). En las hembras se encontró un periodo de mayo a agosto en el que el porcentaje de hembras maduras fue cercano o mayor al 40% (figura 37). Otros meses fueron noviembre (17%), abril (10%) y febrero (1%).

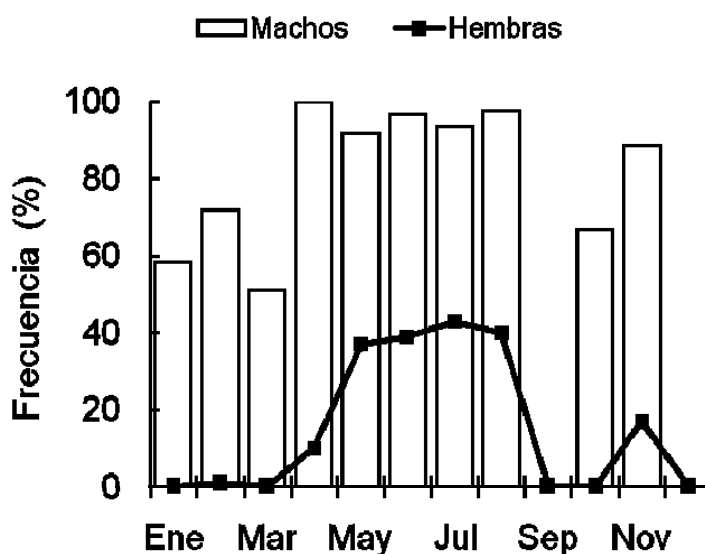


Figura 37. Frecuencias mensuales de hembras maduras (estadios III y IV) y machos (estadio II) del camarón café en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

El índice de producción de huevos (IPH) se aplicó en los meses en donde se encontraron hembras maduras (figura 38). La producción de huevos fue mayor en el mes de mayo, se estimó un promedio potencial de 60 millones de huevos \cdot ha $^{-1}$. De junio a agosto el promedio fue <30 millones.

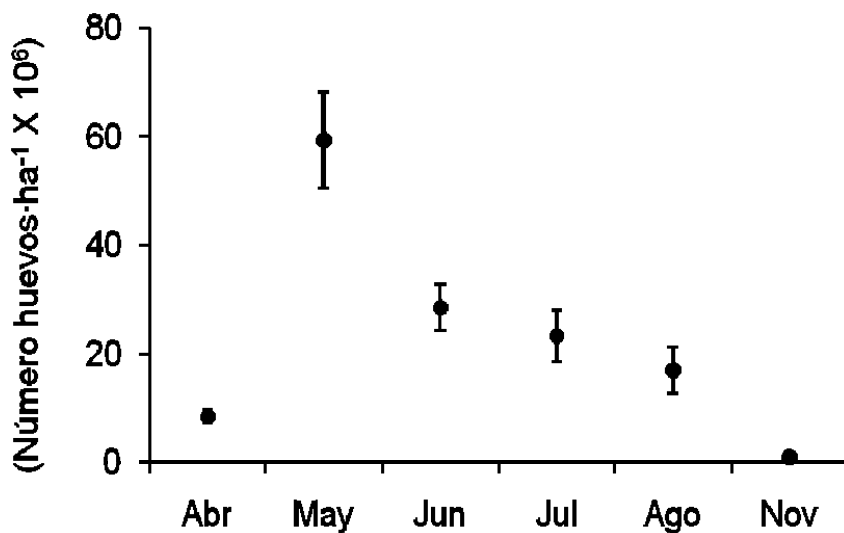


Figura 38. Producción total de huevos de camarón café en el litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. Las barras indican la dispersión del promedio al 95 % de confianza.

La producción total de huevos se acumuló por mes, esta mostró un porcentaje acumulado del 46 al 68 % del potencial reproductivo efectivo de la población entre los meses de mayo a junio (figura 39).

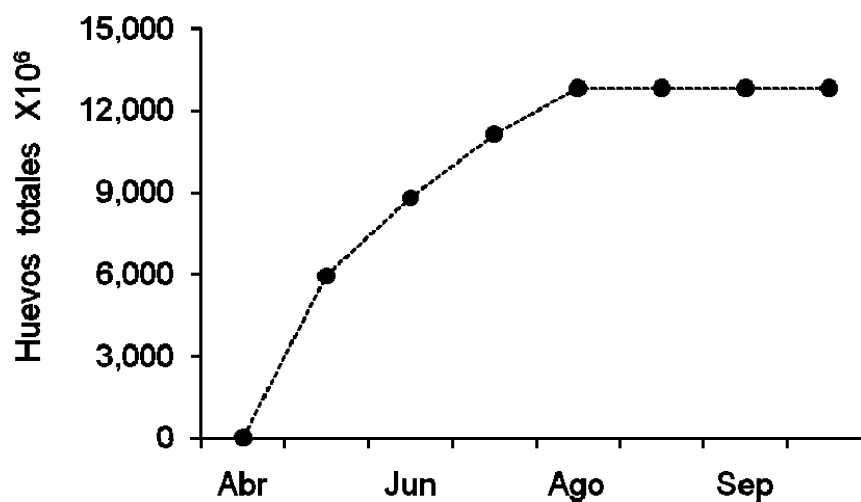


Figura 39. Curva acumula de producción de huevos de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

La comparación de las variables de porcentaje de hembras maduras, abundancia de hembras maduras, talla promedio de la longitud total y el número total de huevos muestran la conveniencia de usar más de una variables en la determinación de periodo de madurez sexual del camarón. La comparación de índices para la determinación de madurez (figura 40) muestra el mayor porcentaje de hembras maduras en el mes de julio, pero mayor abundancia y las tallas más grades se encuentran presentes en el mes de mayo. La mayor producción de huevos se dio en mayo con 60 millones de huevos por hectárea, siguiendo los meses de junio y julio con importantes contribución a la producción de huevos.

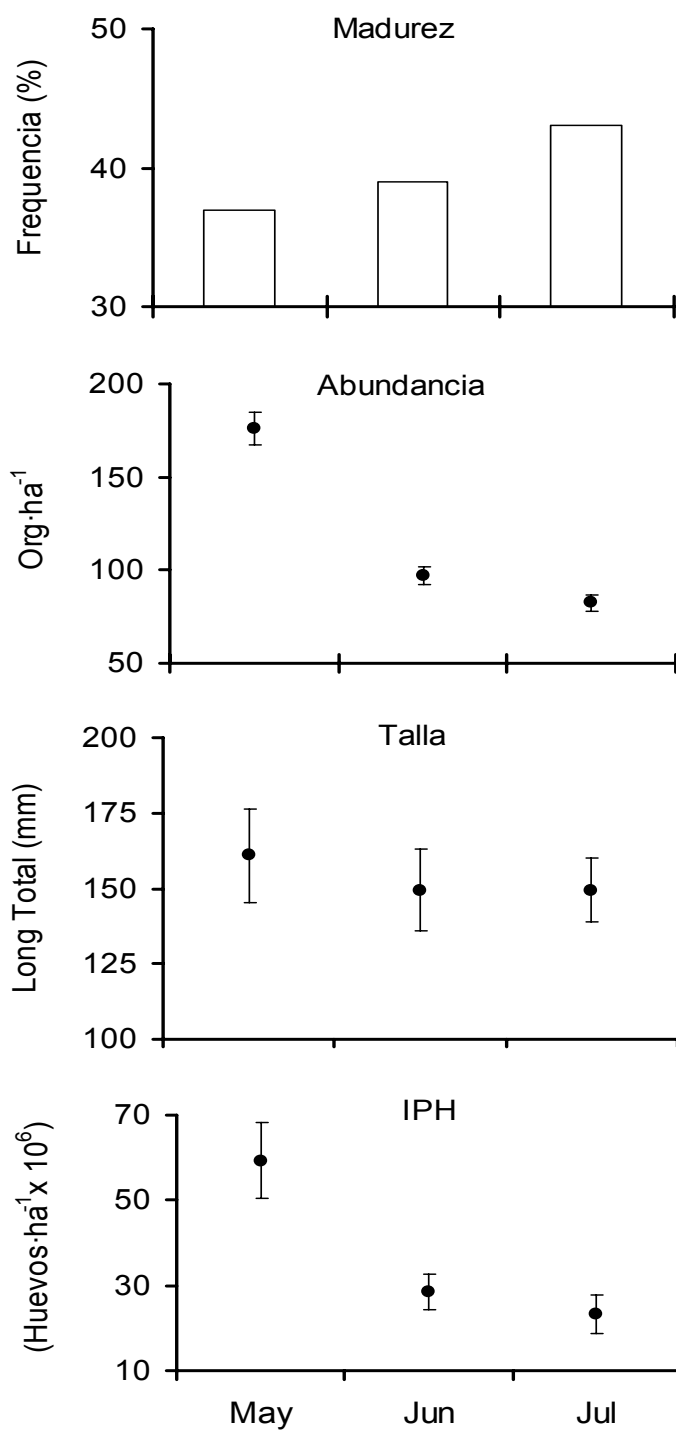


Figura 40. Comparación de cuatro índices: madurez, abundancia, talla y producción de huevos durante el periodo reproductivo de camarón café en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

En camarón azul, el porcentaje de machos maduros (estadio II) fue cercano al 100 % durante el ciclo anual (figura 41). En las hembras se encontró un periodo de mayo a julio en el que el porcentaje fue entre 50 al 60% (figura 41). Otros meses fueron agosto y enero con 10 %.

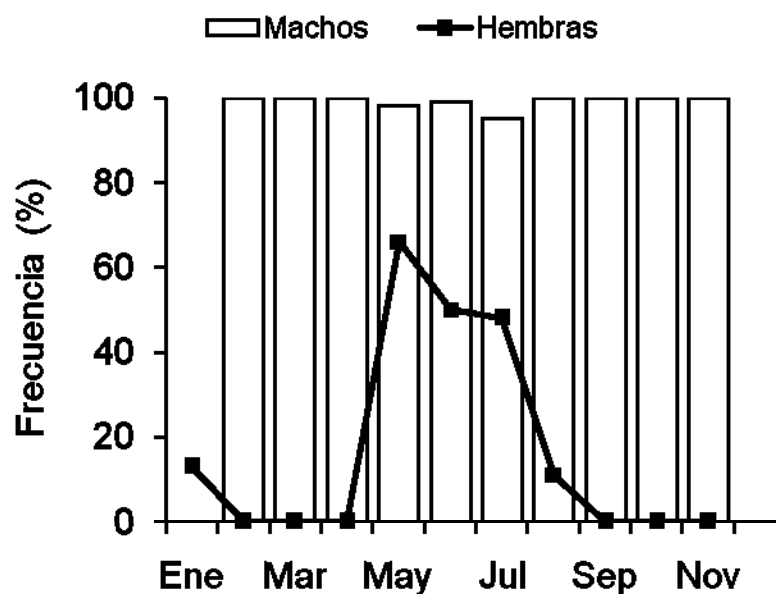


Figura 41. Frecuencias mensuales de hembras maduras (estadios III y IV) y machos (estadio II) del camarón azul en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

En los meses en que se encontró hembras maduras, se estimó el índice de producción de huevos (IPH) (figura 42). Junio y julio fueron los de mayor producción de huevos, se calculó un promedio potencial entre 6 a 7 millones de huevos \cdot ha $^{-1}$ (figura 42). Otros meses en que se calculó IPH fueron mayo con 5 millones, agosto con tres millones y abril con un millón de huevos (figura 42).

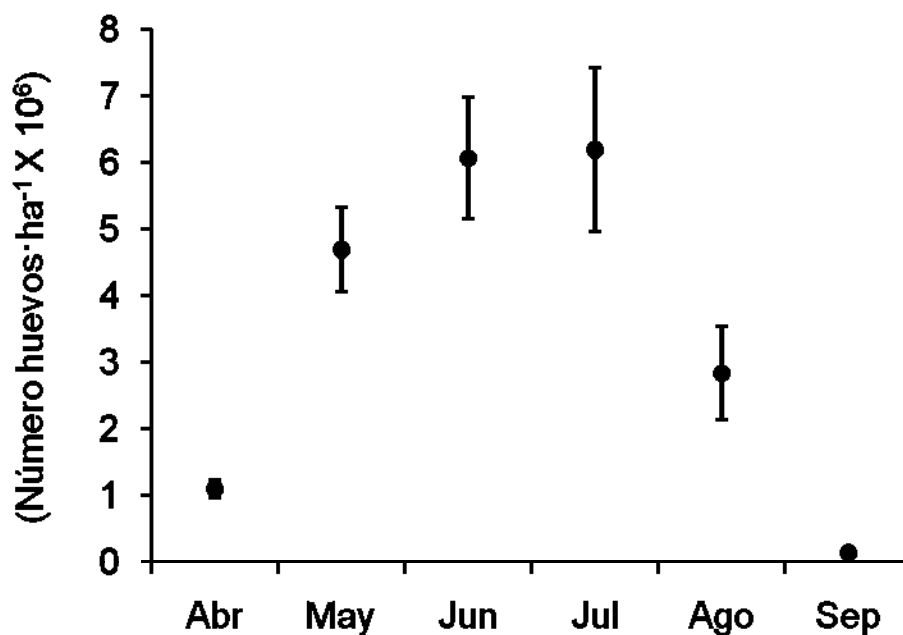


Figura 42. Producción total de huevos de camarón azul del litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. Las barras indican la dispersión del promedio al 95 % de confianza.

La producción de huevos acumulada mostró que la producción efectiva del potencial reproductivo se alcanzó de mayo a julio, con porcentajes que fueron del 56 al 86 % durante el lapso de los tres meses ya mencionados (figura 43).

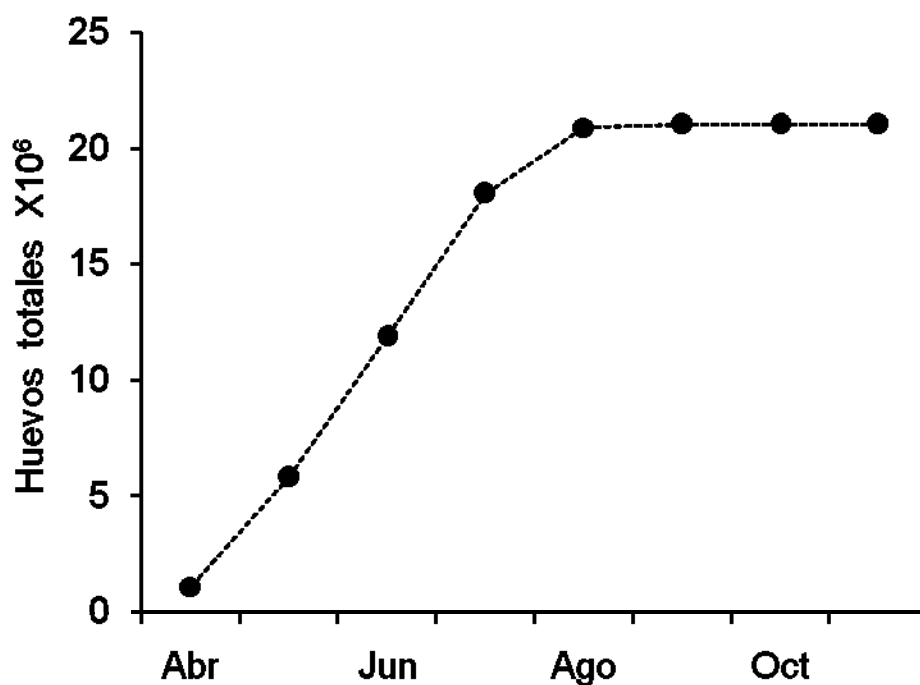


Figura 43. Curva acumula de producción de huevos de camarón azul en Agiabampo Sinaloa/Sonora.

En el camarón azul, las variables que integran el IPH muestra el máximo porcentaje de madurez en el mes de mayo (figura 44), la máxima abundancia en el mes de julio y las tallas mayores en el mes de mayo. La mayor producción de huevos se dio en mayo (4 millones) y sigue el mes de julio (6 millones) con importante contribución a la producción de huevos.

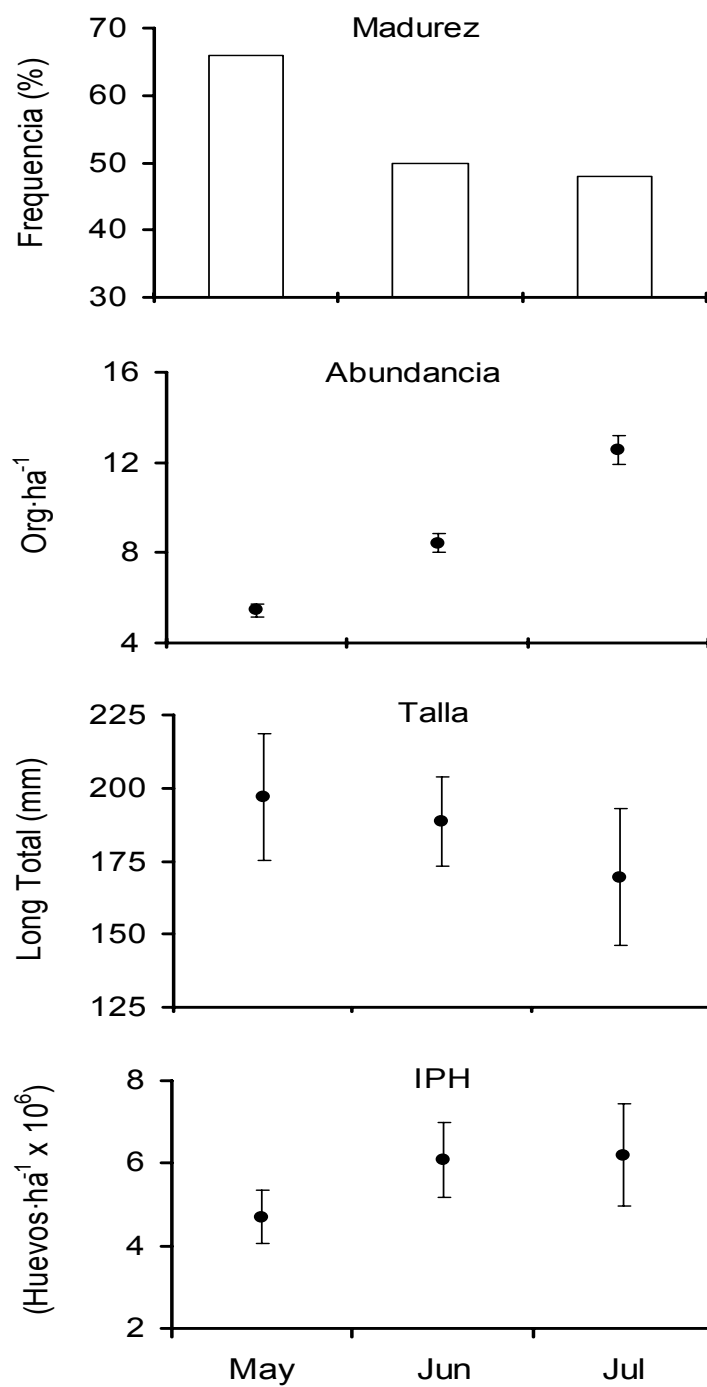


Figura 44. Comparación de cuatro índices: madurez, abundancia, talla y producción de huevos durante el periodo reproductivo de camarón azul en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

De camarón blanco sólo se capturaron organismos maduros de enero a agosto. El porcentaje de machos maduros (estadio II) fue superior al 80 % de marzo a agosto durante el ciclo anual (figura 45). En las hembras se encontró un periodo máximo de abril a julio con porcentajes de madurez entre 20 al 40 % (figura 45). En el mes de enero se encontró un 5 % de hembras maduras.

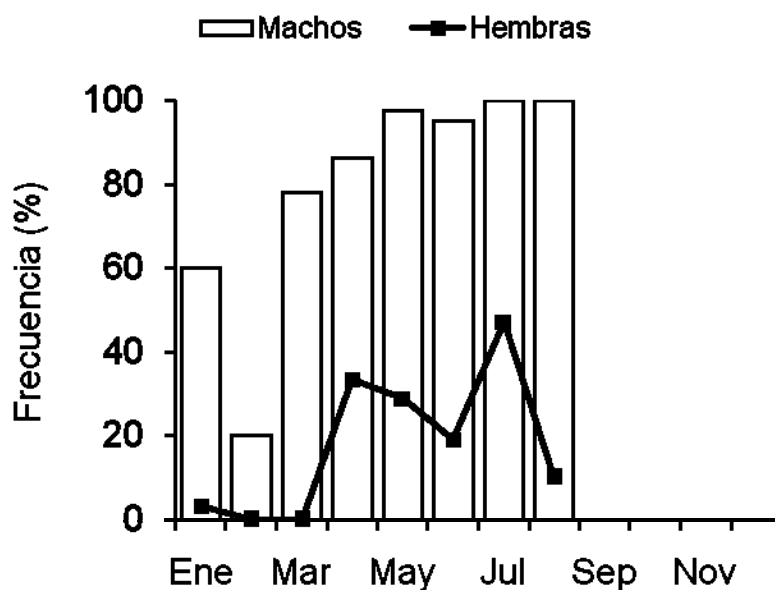


Figura 45. Frecuencias mensuales de hembras maduras (estadios III y IV) y machos (estadio II) del camarón blanco en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

Se aplicó el índice de producción de huevos (IPH) en los meses que se encontraron hembras maduras (figura 46). La producción de huevos fue más importante en el mes de mayo, se estimó un promedio potencial de 3 millones de huevos \cdot ha $^{-1}$. De junio a agosto el promedio no fue mayor de 1 millón.

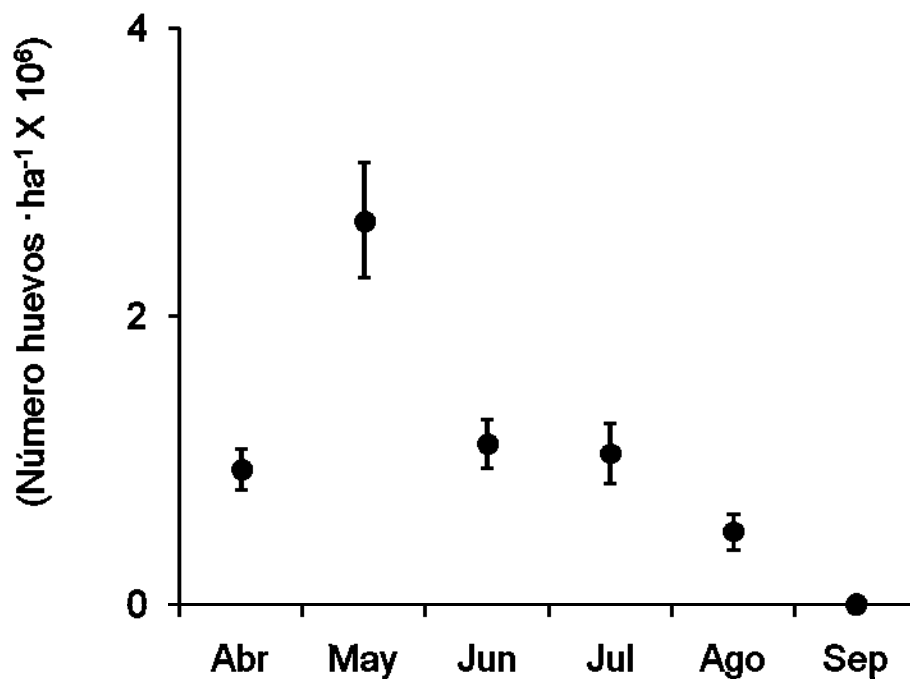


Figura 46. Producción total de huevos de camarón blanco del litoral costero de Agiabampo. Las barras indican la dispersión del promedio al 95 % de confianza.

En camarón blanco, la producción total de huevos calculada se acumuló para cada mes que se realizó la estimación. La producción que se alcanzó entre los meses de mayo a junio fue del 46 al 68 % de potencial reproductivo anual de la población (figura 47).

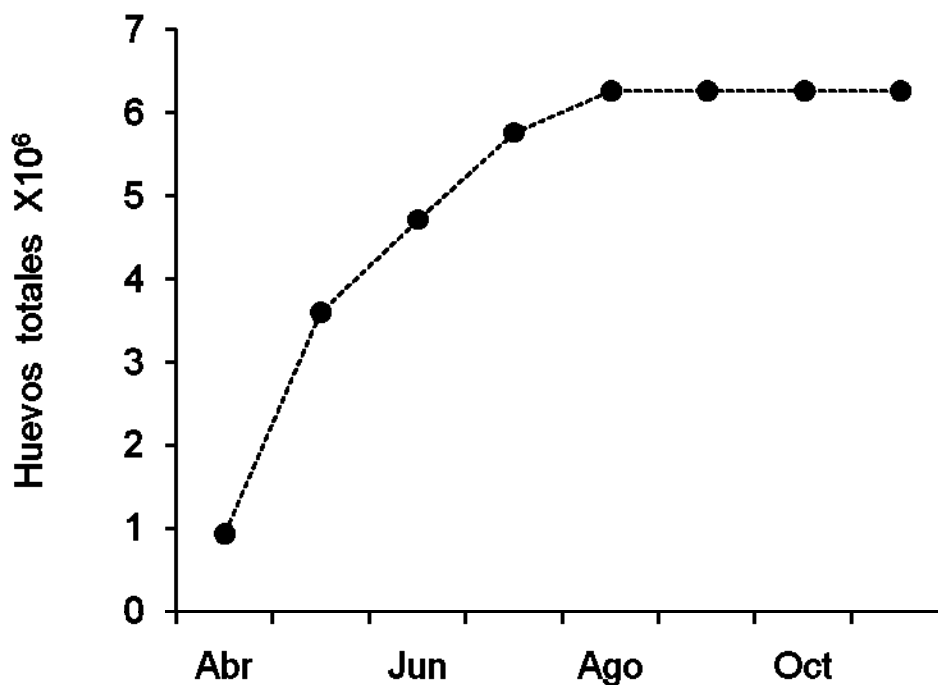


Figura 47. Curva acumula de producción de huevos de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

La determinación de periodo de madurez sexual del camarón se muestra con la comparación del porcentaje de hembras maduras, abundancia de hembras maduras, talla promedio de la longitud total y el número total de huevos. La comparación de índices para la determinación de madurez (figura 48) muestra el mayor porcentaje de hembras maduras en el mes de julio, pero mayor abundancia y tallas mayores en los meses de mayo a junio. La mayor producción de huevos se dio en mayo (3 millones de huevos por hectárea), siguiendo los meses de junio y julio con importantes contribución a la producción total.

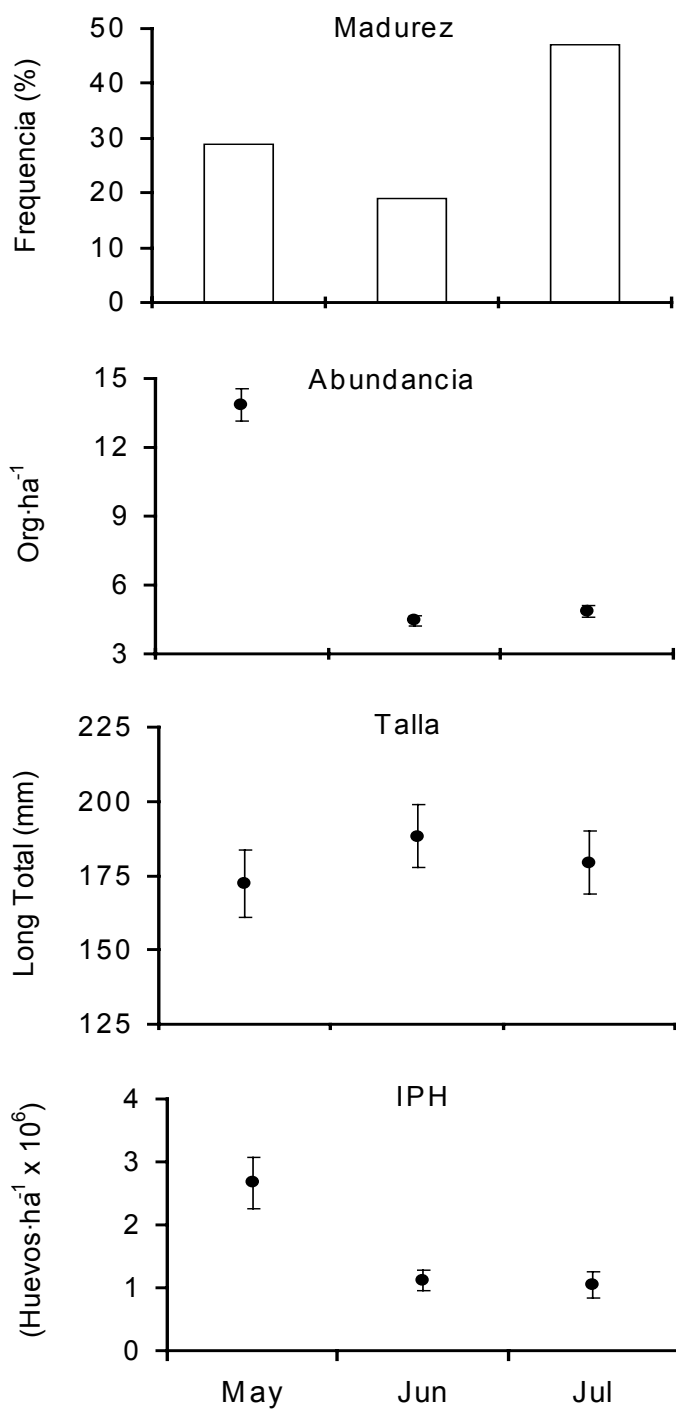


Figura 48. Comparación de cuatro índices; madurez, abundancia, talla y producción de huevos durante el periodo reproductivo de camarón blanco en Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

3.1.10. DETERMINACIÓN DE LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ

La talla de primera madurez para las hembras de camarón café fue de 164 mm de longitud total (figura 49). La talla de primera madurez se calculó con la ecuación 7 (King, 1995). Los valores calculados fueron r (0.04), la pendiente de la curva y L_m (164 mm) como la longitud de primera madurez. El criterio de ajuste fue el de mínimos cuadrados.

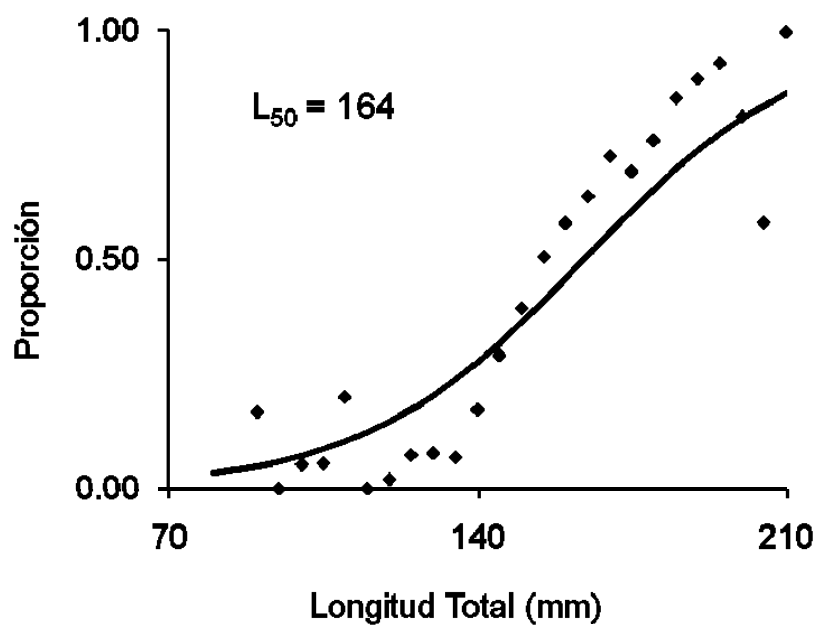


Figura 49. Longitud de primera madurez de camarón café en el litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

Las hembras de camarón azul presentaron una talla de primera madurez de 172 mm de longitud total (figura 50), (ecuación 7 de King, 1995). Los valores calculados fueron la pendiente de la curva ($r = 0.0375$) y la talla de primera madurez ($L_m = 172$ mm).

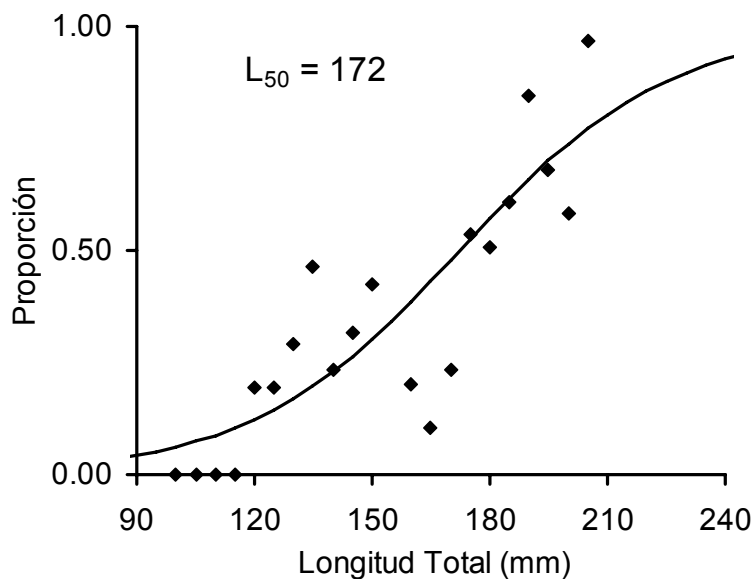


Figura 50. Longitud de primera madurez de camarón azul en el litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

La talla de primera madurez para las hembras de camarón blanco fue de 166 mm (figura 51), Los valores calculados fueron la pendiente de la curva ($r = 0.0921$) y la talla de primera madurez ($L_m = 166$ mm).

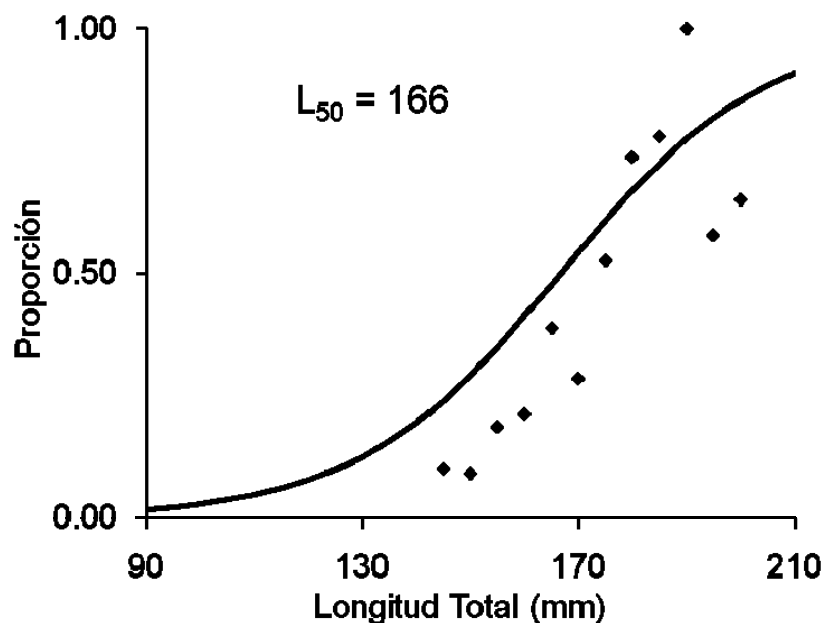


Figura 51. Longitud de primera madurez de camarón blanco en el litoral costero de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

En la laguna de Navachiste, Sinaloa la longitud de primera madurez de camarón café fue de 156 mm (figura 52). Los valores de ajuste calculados para la ecuación 7 fueron $r = 0.041$ y $L_m = 156$. Para el camarón azul de Navachiste, Sinaloa (figura 53) la longitud de primera madurez encontrada fue de 174 mm (figura 53). El parámetro de ajuste (r) estimado fue de 0.039. En el camarón blanco fue de 165 mm (figura 54) con un parámetro de ajuste 0.049.

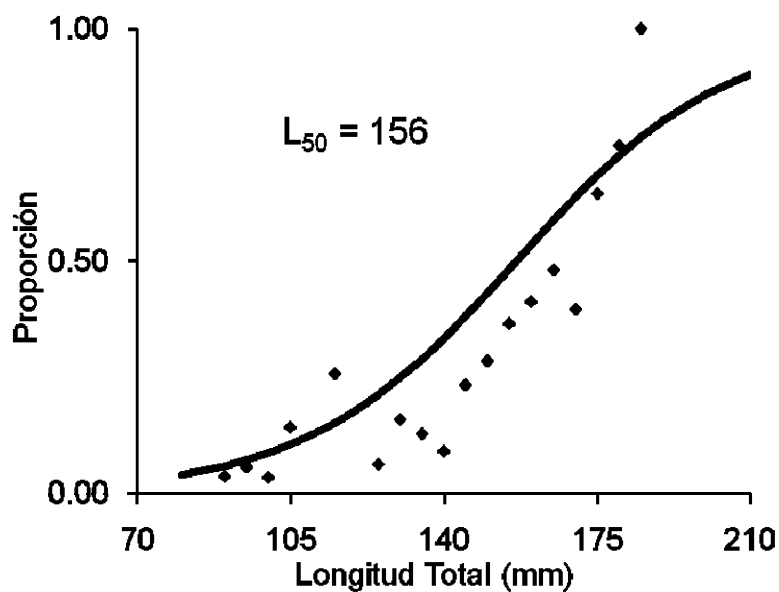


Figura 52. Longitud de primera madurez de camarón café del litoral costero de Navachiste, Sinaloa. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

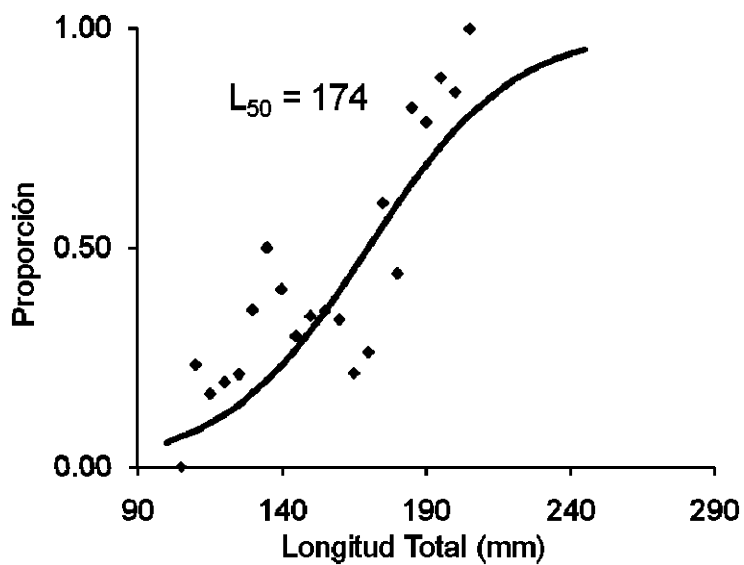


Figura 53. Longitud de primera madurez de camarón azul del litoral costero de Navachiste, Sinaloa. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

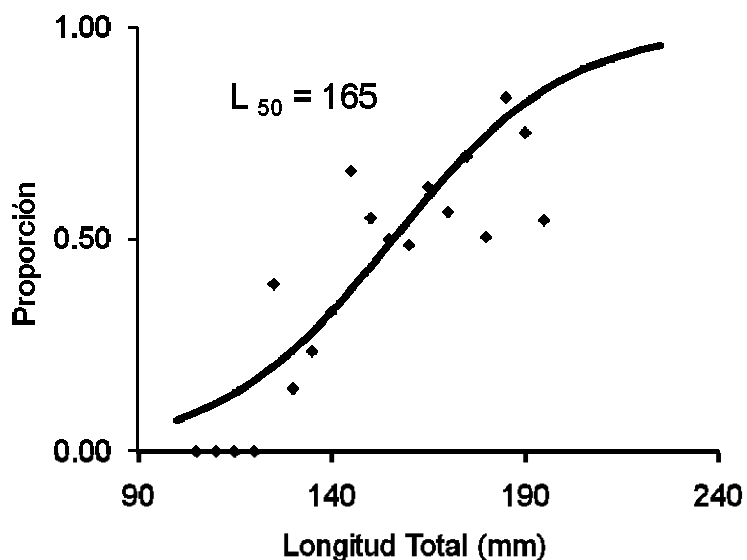


Figura 54. Longitud de primera madurez de camarón blanco del litoral costero de Navachiste, Sinaloa. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

3.2. USO DEL HÁBITAT EN LAS LAGUNAS ÁRIDAS POR LOS CAMARONES PENEIDOS EN AGIABAMPO, SINALOA/SONORA Y NAVACHISTE, SINALOA

3.2.1. ABUNDANCIA EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

La abundancia ($\text{org} \cdot \text{ha}^{-1}$) en estratos de profundidad a lo largo del año, se muestra en la plataforma y laguna (figura 55a y 55b); como la isolínea del número de individuos por hectárea.

El camarón café en la plataforma registró una congregación mayor, entre 6 y 10 brazas de julio a agosto, con abundancias de 150 a 200 org•ha⁻¹ y otra menor a 2 brazas de febrero a abril con una abundancia menor a 150 org•ha⁻¹. La laguna en dos periodos: el primero de enero a marzo y el segundo más grande que el anterior de julio hasta diciembre, fue de 100 a 200 org•ha⁻¹ en el estrato de las 0 a las 6 brazas (figura 55a y 55b).

El camarón azul en la plataforma se concentró entre las 4 y 10 brazas, de mayo hasta julio, la abundancia mayor fue de 40 org•ha⁻¹ (figura 56a). En la laguna desde julio hasta septiembre se registraron entre 50 y 80 org•ha⁻¹ de 0 hasta las 6 brazas (figura 56b). El camarón blanco en la plataforma se registro en 2 brazas, entre abril y junio, con una abundancia de 40 org•ha⁻¹ (figura 57a). En la laguna en el mes de marzo y octubre se registraron hasta 40 org•ha⁻¹ desde las 0 hasta las 4 brazas (figura 57b).

La importancia potencial de la temperatura en la distribución del recurso se relaciona en la figura (55c y 55d) a lo largo del ciclo anual. Entre el periodo de abril a agosto, donde se registran los máximos de abundancia (100 a 150 org•ha⁻¹), se presentan temperaturas de 26 a 30 °C (figura 55c y 55d). El camarón azul se concentró entre abril a mayo, meses en que predominan las temperaturas de 24 °C (figura 56c y 56d) y el blanco en temperaturas de 24 a 28 °C (figura 57c y 57d).

La abundancia de camarón café se distribuyó homogénea al interior de la laguna de Agiabampo (figura 55e). La composición del sustrato está conformada por el tipo arenoso en un 95%, de la laguna de Agiabampo. El camarón azul predominantemente ocupó el área

con sustratos diferentes a la arena (figura 56e), y el camarón blanco fue muy limitado a la porción central de la laguna (figura 57e).

Es poco clara la distribución de la abundancia con relación al patrón de corrientes al interior de la laguna de Agiabampo. El espacio ocupado por el camarón café representa el 95% de la cuenca del lagunar (figura 55f). El camarón azul se ubica lejos de la influencia de corrientes (figura 56f), mientras que el blanco presenta un comportamiento contrario y se distribuye en las zonas más profundas de la laguna (figura 57f).

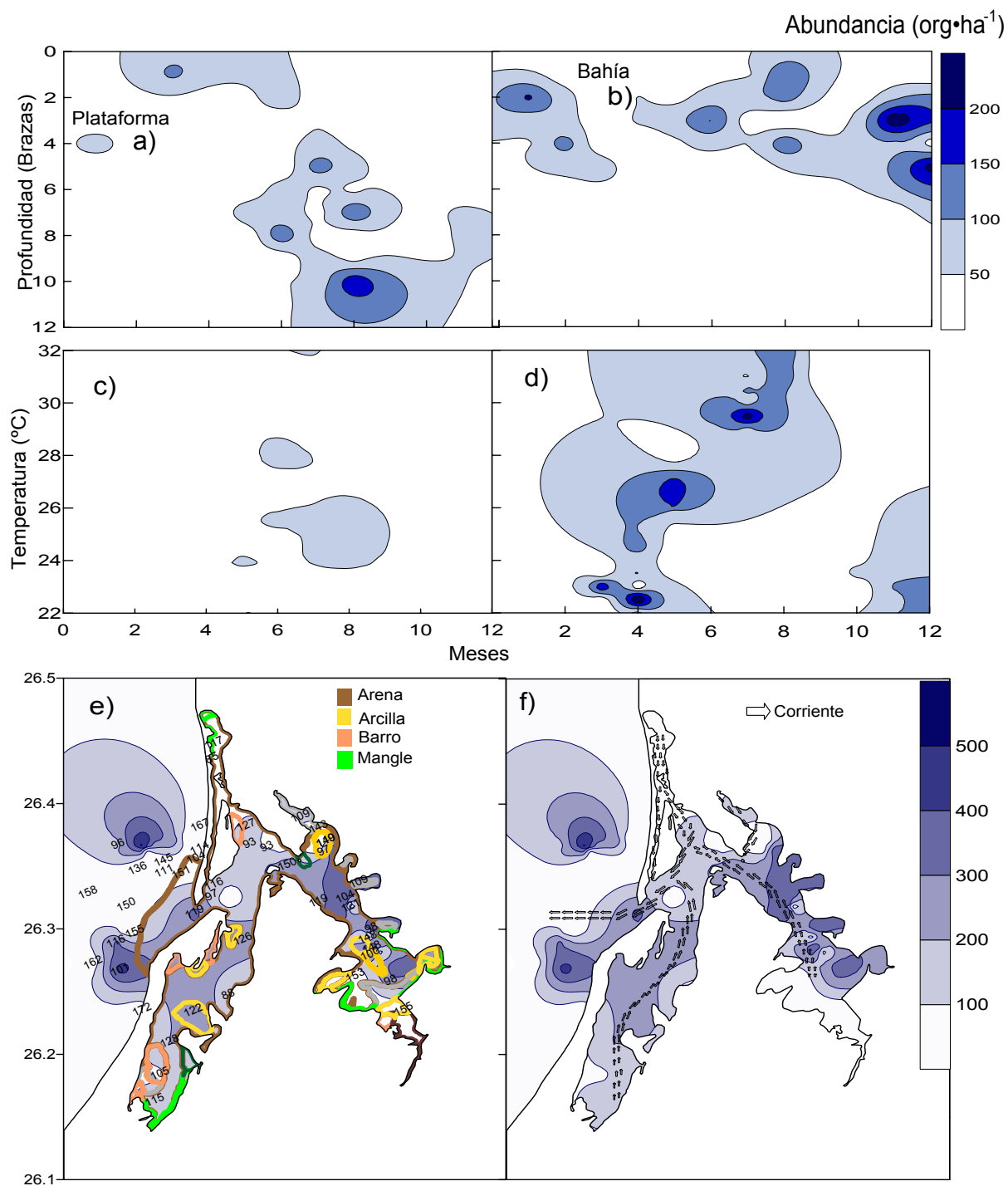


Figura 55. Abundancia de camarón café en relación a la profundidad (a y b), temperatura (c y d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La escala muestra el número de organismos por hectárea (org·ha⁻¹) y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación de muestreo.

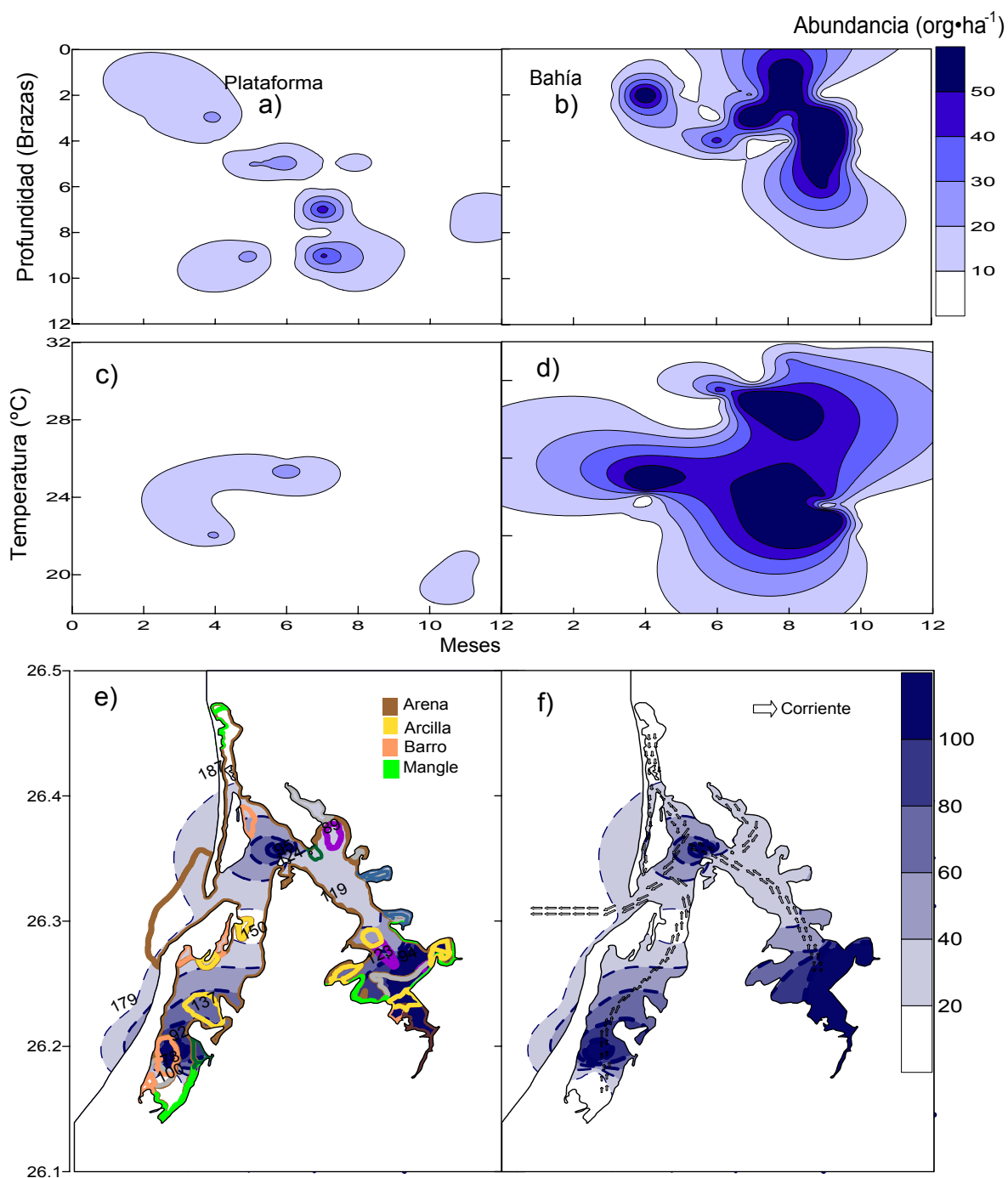


Figura 56. Abundancia de camarón azul en relación a la profundidad (a y b), temperatura (c y d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La escala muestra el número de organismos por hectárea ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación de muestreo.

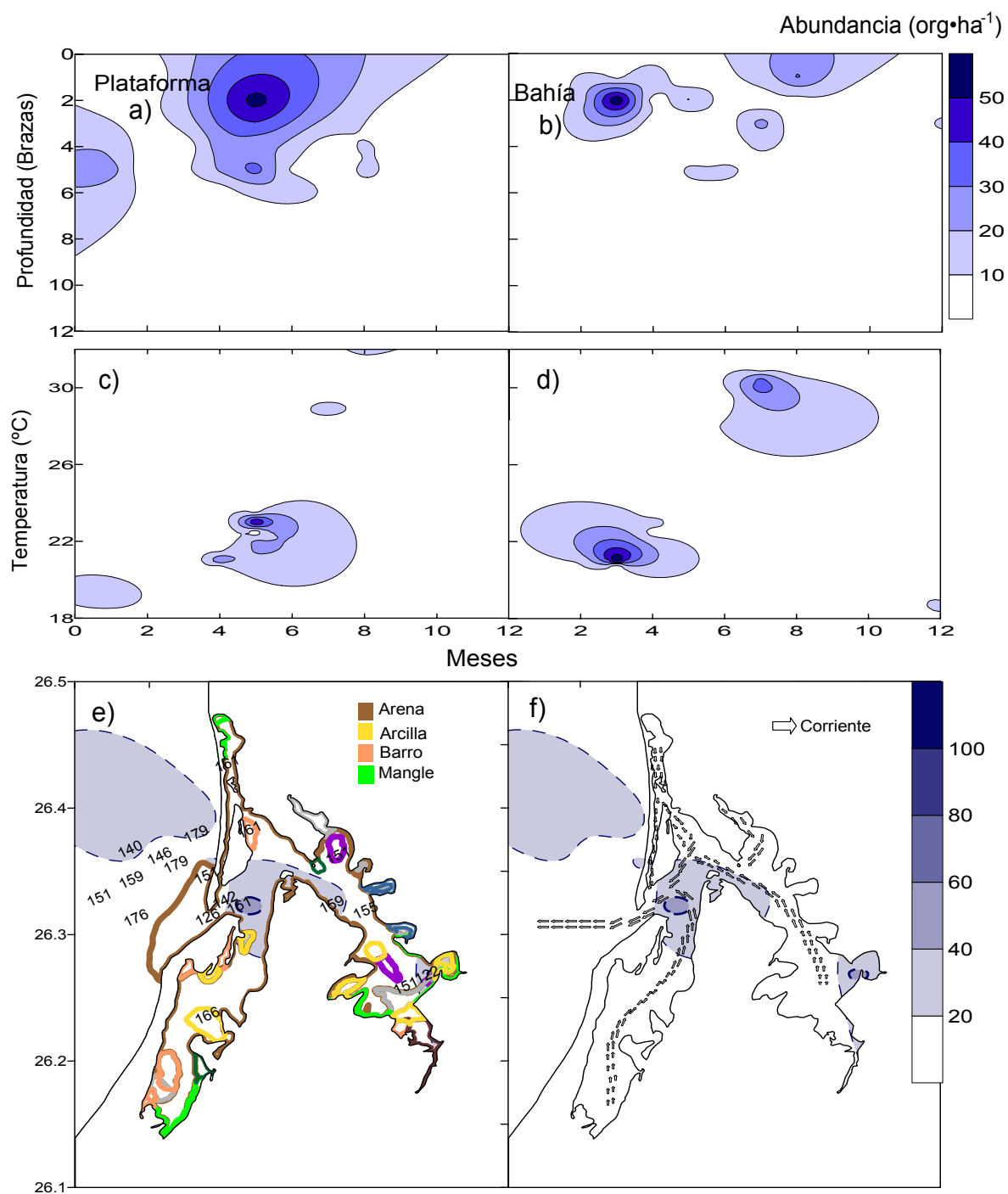


Figura 57. Abundancia de camarón blanco en relación a la profundidad (a y b), temperatura (c y d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La escala muestra el número de organismos por hectárea (org·ha⁻¹) y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación de muestreo.

3.2.2. TALLAS EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

La talla (longitud total en mm) se muestra relacionada a profundidad (brazas), temperatura superficial del agua ($^{\circ}\text{C}$), sustrato y flujo de las corrientes en las lagunas y plataforma de Agiabampo.

En camarón café no se encontró ninguna diferencia en las tallas encontradas en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa (figura 58a y 58b). Las tallas registradas fueron diferentes entre la laguna y plataforma de Agiabampo ($F_{(1, 8553)} = 25.72$, $P = 0.001$). La diferencia de las tallas medias son más grandes cuando incrementan las profundidades desde 1, 3, 5, 7 hasta 9 brazas, en las dos zonas (91.7:85.9 mm, 108.1:124.7, 112.4:131.2, 119.9:133.5 y 133.3:137.6, respectivamente) (figura 58a). Estadísticamente todas las profundidades fueron diferentes ($F_{(4, 8563)} = 48.72$, $P = 0.0001$). La comparación de todos los pares de medias, usando la prueba múltiple de Tukey, muestran que a la profundidad de una braza es diferente al resto de pares de medias (figura 58a).

En la laguna de Navachiste (figura 58b) el intervalo de tallas fue desde 101.2 hasta 130.9 mm (media 121.2 ± 6.3 mm de desviación estándar, con 17% coeficiente de variación). Las tallas fueron diferentes en la laguna y plataforma ($F_{(1, 891)} = 6.05$, $P = 0.014$), también entre profundidades fueron diferentes ($F_{(3, 883)} = 7.88$, $P = 0.001$). La comparación múltiple de Tukey mostró diferencias entre la media de 2 brazas de profundidad del resto de las profundidades (figura 58b).

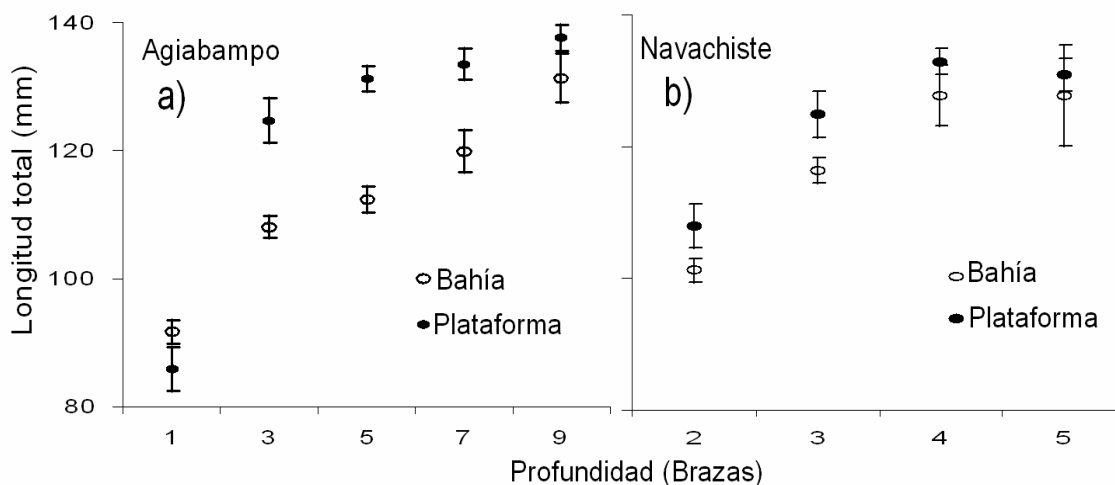


Figura 58. Longitud media (\pm un intervalo de confianza) del camarón café en función de la profundidad en las lagunas de (a) Agiabampo, Sinaloa/Sonora y (b) Navachiste, Sinaloa, México.

El intervalo de tallas del camarón azul en la laguna de Agiabampo (figura 59a) fue de 113.7 a 188.1 mm (media 152.1 ± 3.8 mm de desviación estándar, con 15% coeficiente de variación). Las tallas fueron diferentes en laguna y plataforma ($F_{(1, 2197)} = 126.52$, $P = 0.001$). Estadísticamente, todas las profundidades fueron diferentes ($F_{(4, 2197)} = 3.63$, $P = 0.005$). La comparación de los pares de medias, con la prueba múltiple de Tukey, muestra que a la profundidad de una braza en la laguna y cinco en la plataforma son diferentes del resto de pares de medias (figura 59a). En Navachiste el intervalo de tallas fue de 154.3 a 204.8 mm, la media de 181.3 ± 7 mm de desviación estándar y 16% de coeficiente de variación (figura 59b). Las tallas fueron diferentes en laguna y plataforma ($F_{(1, 1065)} = 37.24$, $P = 0.001$) y en las profundidades ($F_{(3, 1065)} = 5.85$, $P = 0.005$). En la comparación múltiple se determinó que fueron diferentes la profundidad de dos y tres brazas en la laguna y en la plataforma del resto de las profundidades (figura 59b).

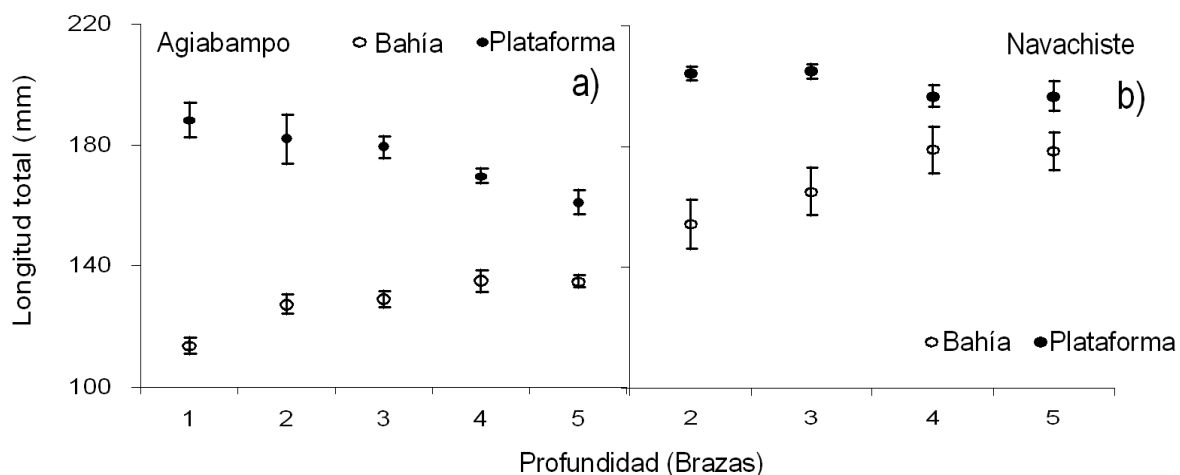


Figura 59. Longitud media (\pm un intervalo de confianza) del camarón azul en función de la profundidad en las lagunas de (a) Agiabampo, Sinaloa/Sonora y (b) Navachiste, Sinaloa, México.

En cuanto al camarón blanco se encontraron diferencias estadísticas en las zonas, tallas y profundidades (figura 60). La comparación múltiple mostró que la profundidad de una braza fue diferente al resto en laguna de Agiabampo y en la laguna de Navachiste la profundidad de dos brazas es diferente de las otras (figura 60).

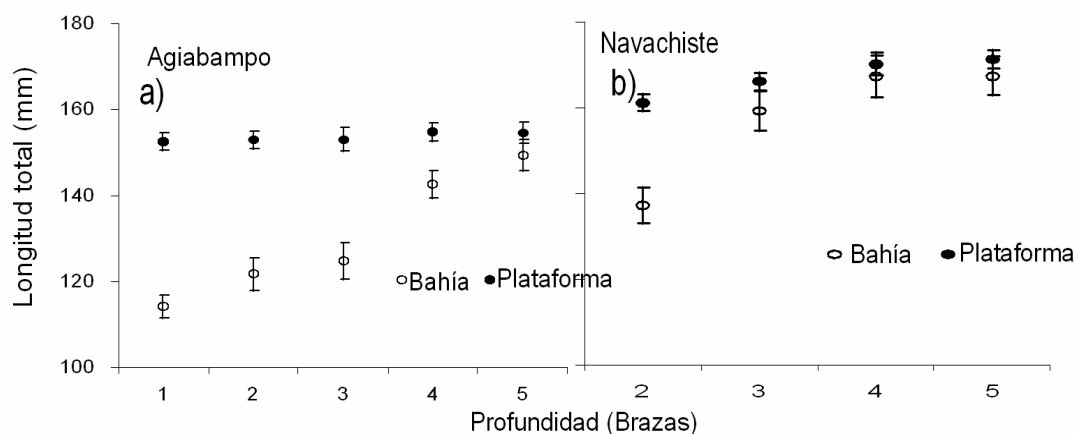


Figura 60. Longitud media (\pm un intervalo de confianza) del camarón blanco en función de la profundidad en las lagunas de (a) Agiabampo, Sinaloa/Sonora y (b) Navachiste, Sinaloa, México.

La figura (61a) muestra, el incremento mensuales de la longitud media (mm) de las tallas de camarón y la temperatura (°C) representada como la diferencia de la media anual registrada que en laguna fue de 24.6°C y plataforma de 23.7°C en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. En el camarón café las temperaturas mayores de 4 °C sobre la media anual se asocian a las tallas mayores de 120 mm durante los meses de junio a agosto (figura 61a). Las temperaturas menores a los promedios anuales se relacionaron a tallas cercanas y menores a los 100 mm (figura 61a). La prueba no paramétrica de Spearman indica escasa correlación lineal en ambas variables en laguna y plataforma ($r = 0.01$ y 0.22 , $P = 0.89$ y 0.01). En camarón azul en la laguna se observó una distribución bimodal, la del periodo frío de enero a mayo con tallas de 80 a 100 mm y la otra en el periodo cálido de junio a noviembre con 70 a 90 mm (figura 62a). En la plataforma la tallas de más de 140 mm se asocian a las temperaturas bajas de -4 °C bajo la media del periodo (figura 62a). En el camarón blanco la composición de tallas de los 140 a 180 mm en la laguna y plataforma se muestra en asociación a la temperatura por arriba de la media anual (4°C) (figura 63a). Las correlaciones para camarón azul fueron, $r -0.28$ y -0.18 ; $P = 0.001$ y 0.001 para la laguna y plataforma, respectivamente. Las correlaciones de camarón blanco, $r = -0.05$ y 0.45 ; $P = 0.26$ y 0.001 , para la laguna y plataforma.

La distribución de tallas y composición del sustrato fue uniforme tanto al interior de la laguna como en la plataforma (figuras 61b, 62b y 63b) de Agiabampo. Para el análisis de la distribución de tallas en relación a los atributos de localidad (distancia), sustrato y profundidad en la laguna y plataforma costera, se utilizó la prueba estadística de Mantel. La prueba se plantea con la hipótesis de que la distribución de las tallas es homogénea: Los

resultados para camarón café no fueron significativos ($X^2_{(14)} = 14.38 P = 0.42$) en Agiabampo. La razón estimada (\pm límites de confianza) fue de 2.10 ± 0.73 en los factores analizados en Agiabampo por lo que concluye una distribución uniforme. La distribución de camarón azul no fue homogénea ($X^2_{(14)} = 30.26 P = 0.001$) en la laguna de Agiabampo y la razón fue de 7.58 ± 3.61 a uno entre los estratos. Mientras que en el camarón blanco la distribución fue homogénea ($X^2_{(14)} = 12.12 P = 0.59$) y la razón fue de 47.02 ± 71.13 .

La correlación entre la distribución de la tallas y el patrón de corrientes no mostró evidencias de tendencia alguna, por lo que para entender mejor la relación tallas-corriente se requiere de un experimento específicamente diseñado para esto (*ad doc*) y poder tener una correcta interpretación, ya que los resultados obtenidos muestran que el camarón café mantuvo una amplia distribución en la laguna (figuras 61c, 62c y 63c).

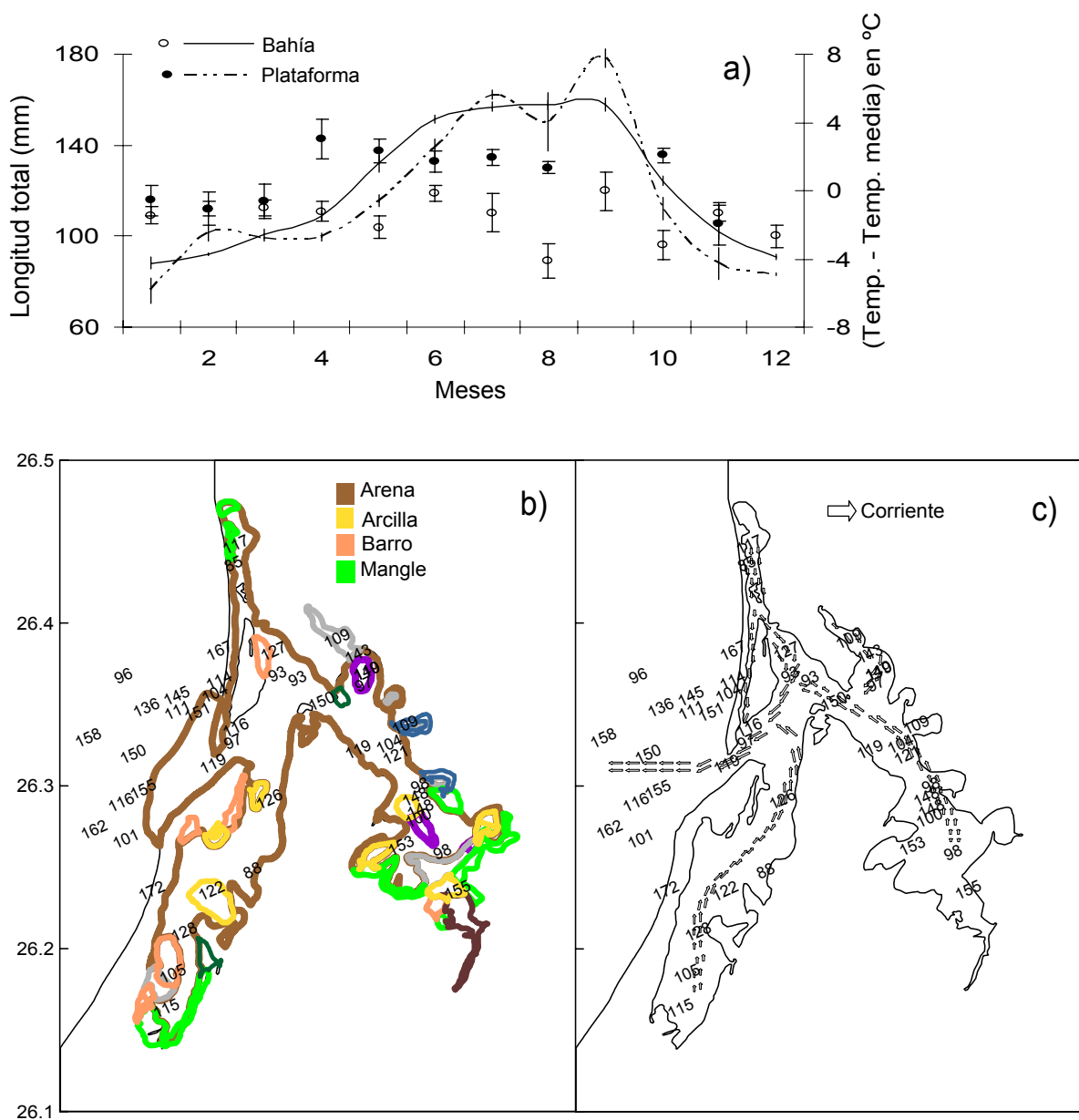


Figura 61. Longitud (mm) del camarón café en función a la temperatura (a), sustrato (b) y corrientes (c) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total en bahía (○) y plataforma (●) está dada en mm \pm un límite de confianza y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación de arrastre.

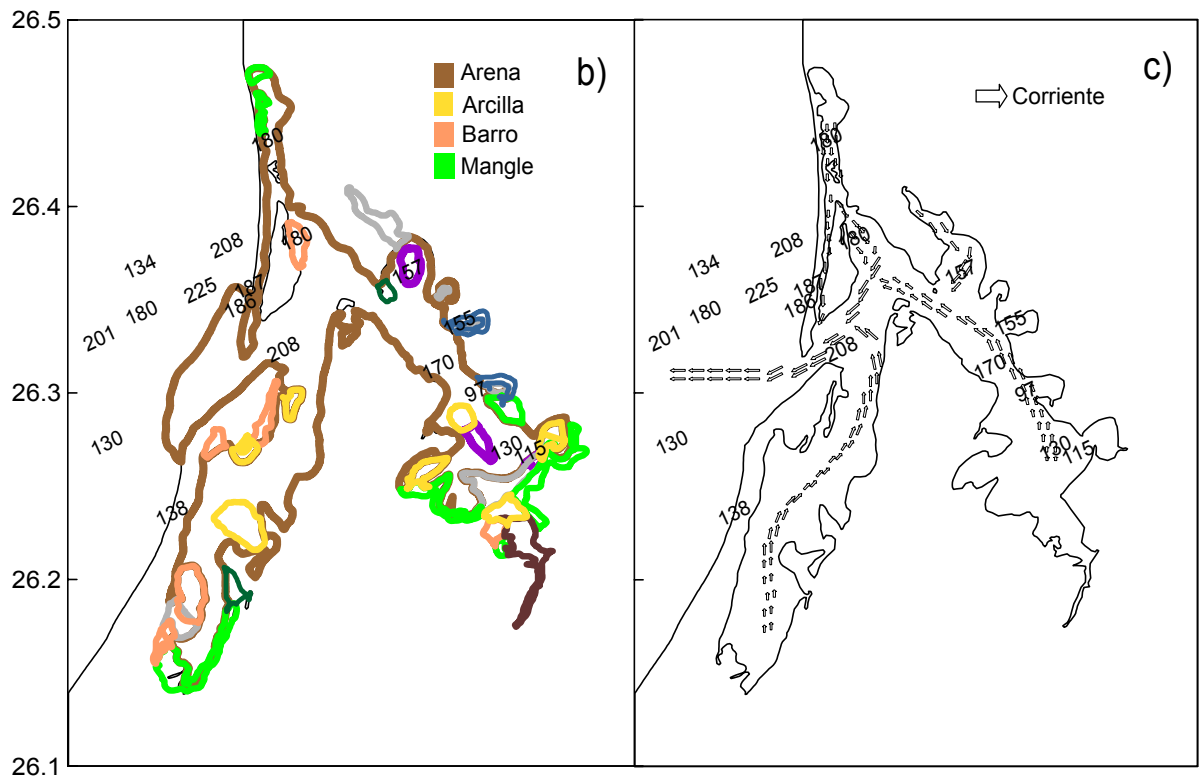
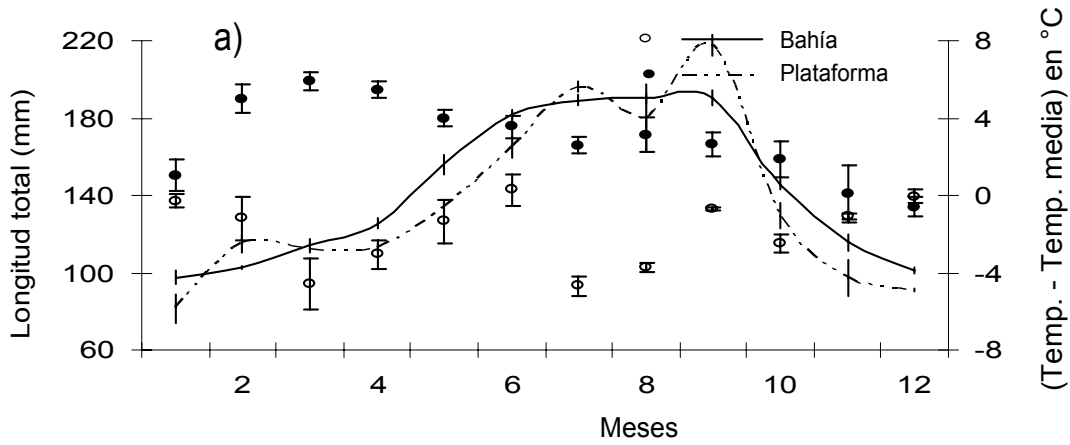


Figura 62. Longitud (mm) del camarón azul en función a la temperatura (a), sustrato (b) y corrientes (c) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total en bahía (○) y plataforma (●) está dada en mm ± un límite de confianza y, los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación de arrastre.

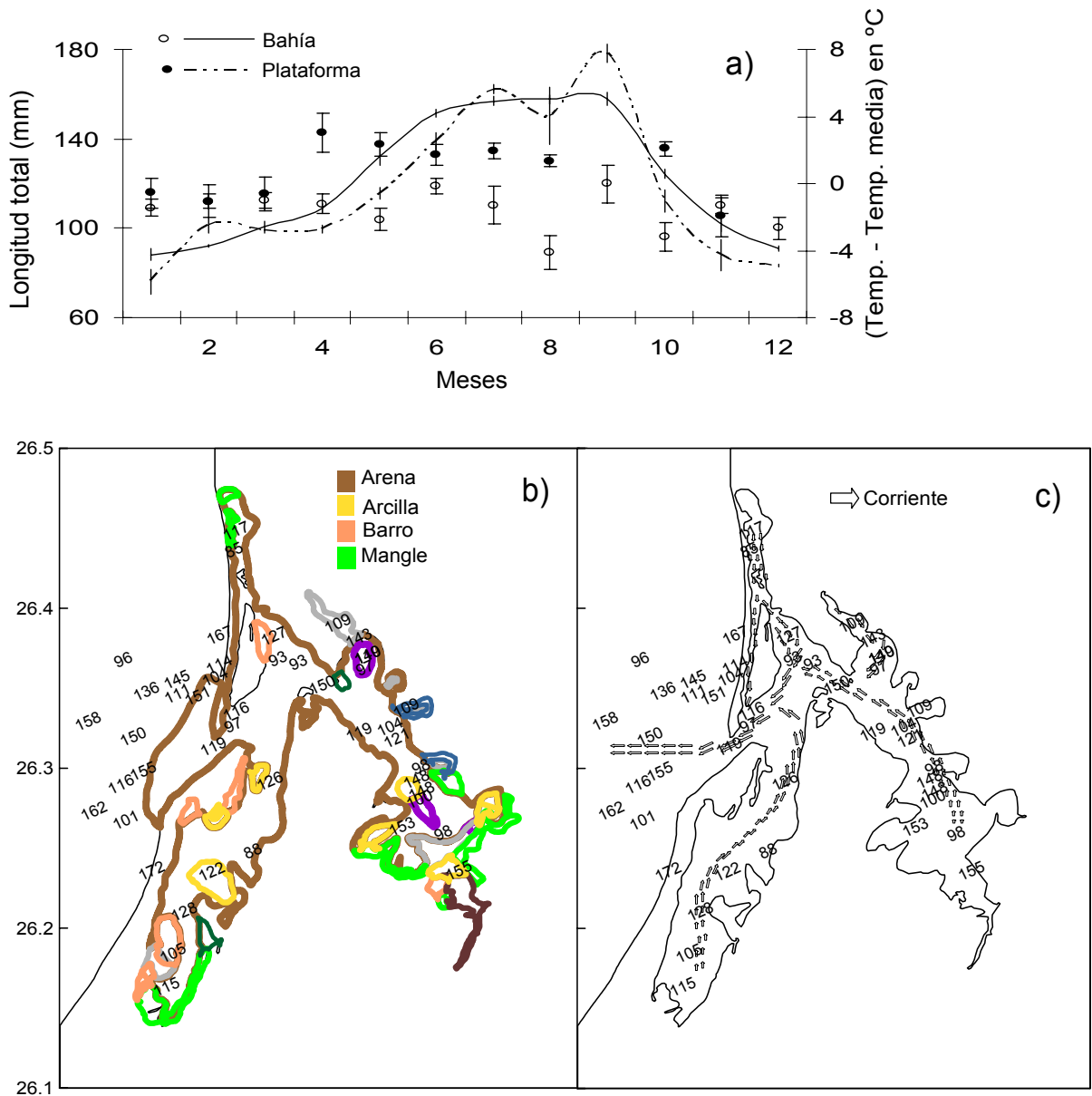


Figura 63. Longitud (mm) de camarón blanco en función a la temperatura (a), sustrato (b) y corrientes (c) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total en bahía (○) y plataforma (●) está dada en mm ± un límite de confianza y, los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación de arrastre.

3.2.3. RECLUTAMIENTO EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

Las tallas menores al L_{50} de reclutamiento se relacionaron con las variables de profundidad (brazas), temperatura superficial del agua ($^{\circ}\text{C}$), composición del sustrato y flujo principal de las corrientes.

Los reclutas de camarón café aparecen en la laguna de una longitud de 45 mm en marzo, abril y junio y en la plataforma entre los 55 a 57 mm en agosto y noviembre (figura 64d). La L_{50} del reclutamiento estimado fue de 102 y 127 mm para la laguna y plataforma, respectivamente (figura 64c).

En la laguna se recluto el camarón azul en tallas de 35 a 55 mm en julio y agosto y en la plataforma de 50 mm en julio (figura 65d). La L_{50} de reclutamiento estimado fue de 84 y 105 en la laguna y de 167 plataforma (figura 65c). El camarón blanco con tallas de 40 y 39 mm aparece en mayo y agosto en la laguna. En la plataforma la talla de 60 mm apareció en abril y julio (figura 66d). La L_{50} estimado fue de 105 y 89 en la laguna y de 152 y 167 plataforma (figura 66c).

Se comparó el reclutamiento entre cada una de las profundidades de la laguna y plataforma de Agiabampo. En laguna, para el camarón café se ubicaron dos periodos a cuatro brazas de profundidad, de tallas de menos 80 mm en los meses de abril y agosto, estos periodos coinciden con el análisis de reclutamiento en el capítulo anterior de este trabajo (figura 64b). Un segundo periodo se presentó a dos brazas se identificaron tallas inferiores a los 80 mm entre los meses de octubre a diciembre (figura 64b). En la

plataforma también se observaron dos periodos, con camarones de tallas de menos de 80 mm entre los meses de febrero y agosto a profundidades menores a las cuatro brazas y un tercer periodo a las cinco brazas (figura 64a). Este último coincide con el que se presentó en la laguna en el mes de noviembre (figura 64a). Los periodos de reclutamiento identificados fueron de marzo-abril, agosto y noviembre en la laguna y plataforma. Se analizaron las frecuencias estandarizadas (conteo \cdot ha $^{-1}$) con tablas de proporciones. El análisis mostró que las frecuencias fueron diferentes ($X^2_{(2)} = 10.20 P = 0.006$) en todos los periodos. El análisis realizado con la prueba múltiple T^2 de Hotelling mostró que en las variables dependientes (talla menor a la edad de recluta calculada) los promedios de las zonas fueron diferentes ($T^2 = 63.78 P = 0.001$). Con la prueba t -Students (al 0.05% de probabilidad) se determinó que las diferencias se encontraban entre la profundidad de dos y tres brazas.

El reclutamiento de camarón azul en la laguna se presentó desde marzo y hasta diciembre en las ocho brazas, las tallas fueron <100 mm (figura 65b). Mientras que en la plataforma fueron dos periodos de agosto y octubre, con tallas que fluctuaron entre los 80 y 100 mm (figura 65a). Los promedios de las tallas por estrato fueron diferentes ($T^2 = 125.76 P = 0.001$). Las diferencias, determinadas con la prueba t -Students, se presentaron entre las profundidades de cuatro, cinco y tres brazas, todas significativas al 0.05% de probabilidad.

En la laguna se registró el camarón blanco de mayo a septiembre entre las dos y cuatro brazas, con tallas menores de 89 mm (figura 66b). En la plataforma se registró incipientemente las tallas menores de 100 mm en julio (figura 66a). Las frecuencias estandarizadas muestran proporciones iguales ($X^2_{(2)} = 2.98 P = 0.22$) en los periodos,

considerando los meses de junio a agosto en que se observan las tallas mínimas (figura 66d).

Los reclutas de camarón café ingresaron a la estructura de tallas en dos periodos. El primero se presentó a la par del incremento de temperatura de primavera en la zona de Agiabampo (figura 64d). El segundo coincidió con la temperatura anual máxima, misma que se presentó en verano (figura 64d). La relación entre el reclutamiento y la temperatura, analizada con la prueba de rangos de Spearman, indica una asociación lineal no significativa ($r = 0.09$ y 0.41 , $P = 0.76$ y 0.36 , laguna y plataforma). Sin embargo, las tendencias del reclutamiento fueron positivas a la temperatura en la laguna y negativas en la plataforma.

El camarón azul se presentó en un periodo con máximos de temperaturas en julio hasta agosto (figura 65d). La asociación fue no significativa ($r = -0.23$ y -0.52 , $P = 0.56$ y 0.14) en laguna y plataforma. Para camarón blanco, se distinguieron dos periodos que coincidieron con el incremento de la temperatura, en abril y la más alta se registró en agosto con 4°C sobre la media (figura 66d). La asociación del reclutamiento y temperaturas no fue significativa ($r = -0.25$ y 0.06 , $P = 0.45$ y 0.06) laguna y plataforma.

Los reclutas de camarón café menores de 120 mm de la laguna de Agiabampo, se muestran en la figura 64e. La distribución se encontró que es amplia en la laguna e igual que la composición del sustrato arenoso. Los reclutas de talla menor de 55 mm se concentraron en la porción conocida como estero de Jitzámuri (figuras 5 y 64e) y los inferiores a los 75 mm se ubicaron en su mayoría en el estero de Bacorehuis (figuras 5 y

64e). Es destacable como las tres especies ocupan las mismas zonas del cuerpo lagunar, difiriendo sólo en la posición geográfica que ocupan y en el tiempo (figuras 64e, 65e y 66e).

La distribución de tallas contra el patrón de corrientes corroboró la preferencia de los reclutas de tallas pequeñas por ubicarse en los puntos más lejanos de las corrientes figura (64f, 65f y 66f). Los reclutas inferiores a los 55 mm se concentraron en el estero de Bacorehuis (figura 64f, 65f y 66f) donde la magnitud de corrientes es menos pronunciado ($0.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

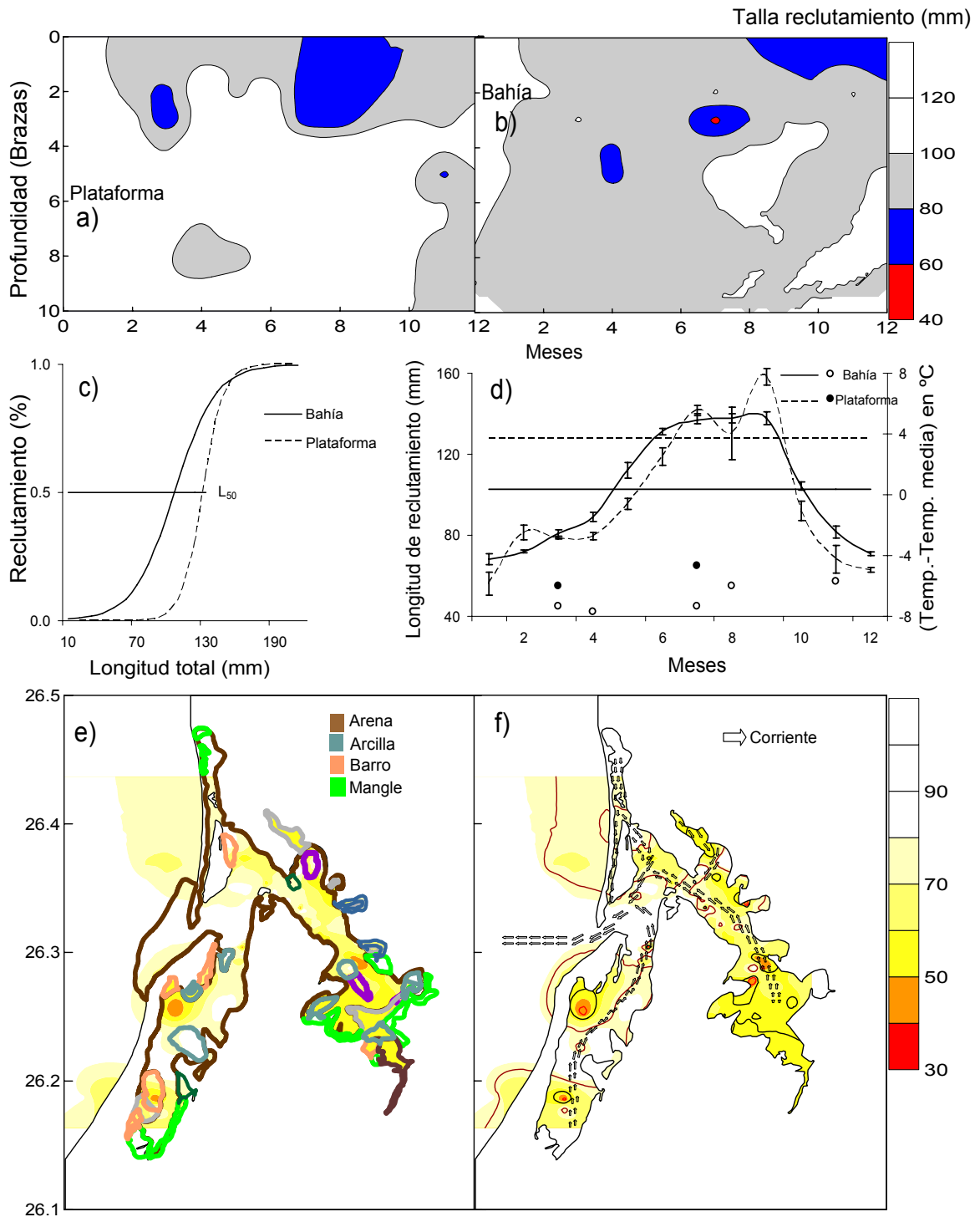


Figura 64. Reclutamiento (c) (talla en mm) de camarón café en función a la profundidad (a) y b), temperatura \pm un límite de confianza (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

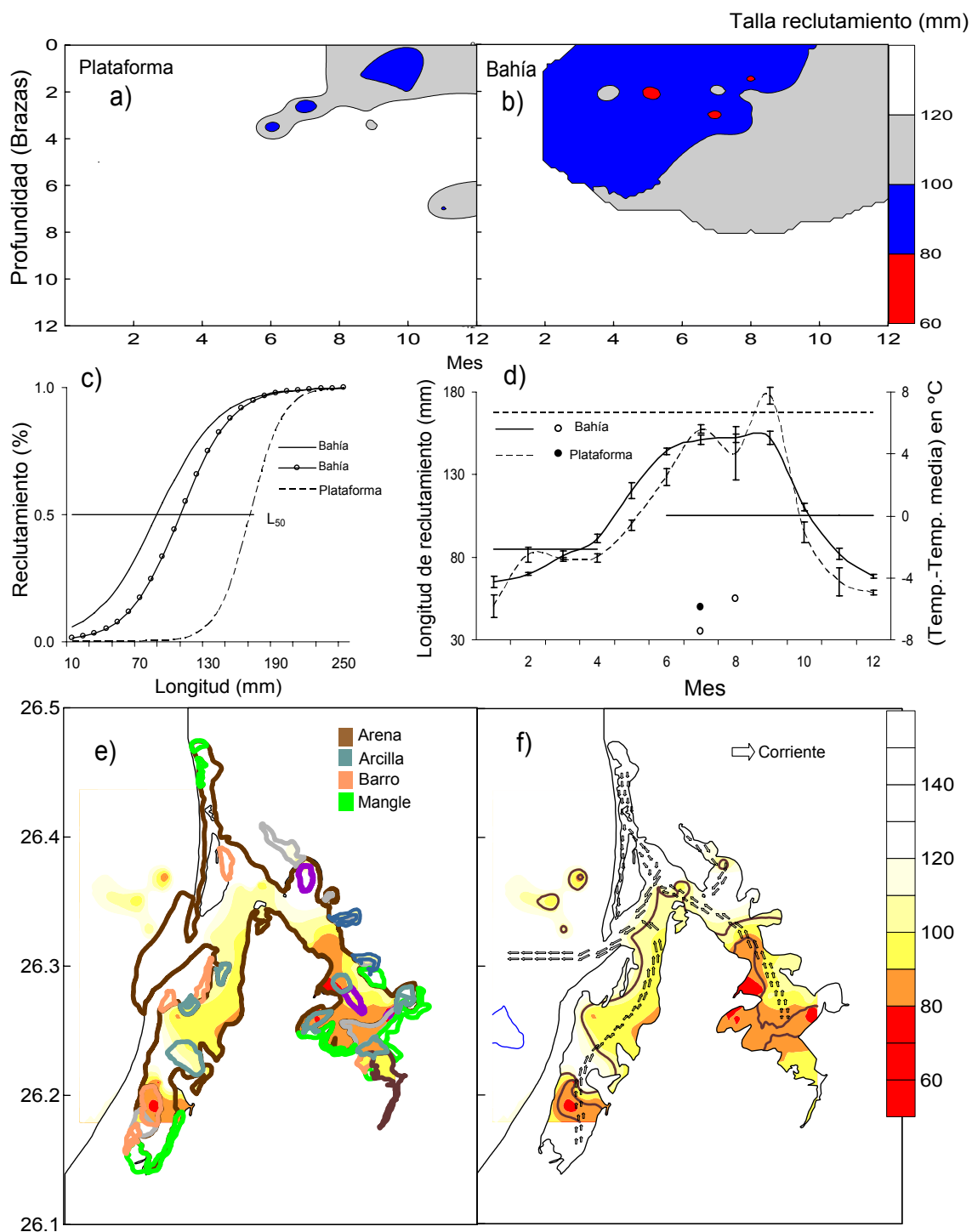


Figura 65. Reclutamiento (c) (talla en mm) de camarón azul en función a la profundidad (a y b), temperatura \pm un límite de confianza (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

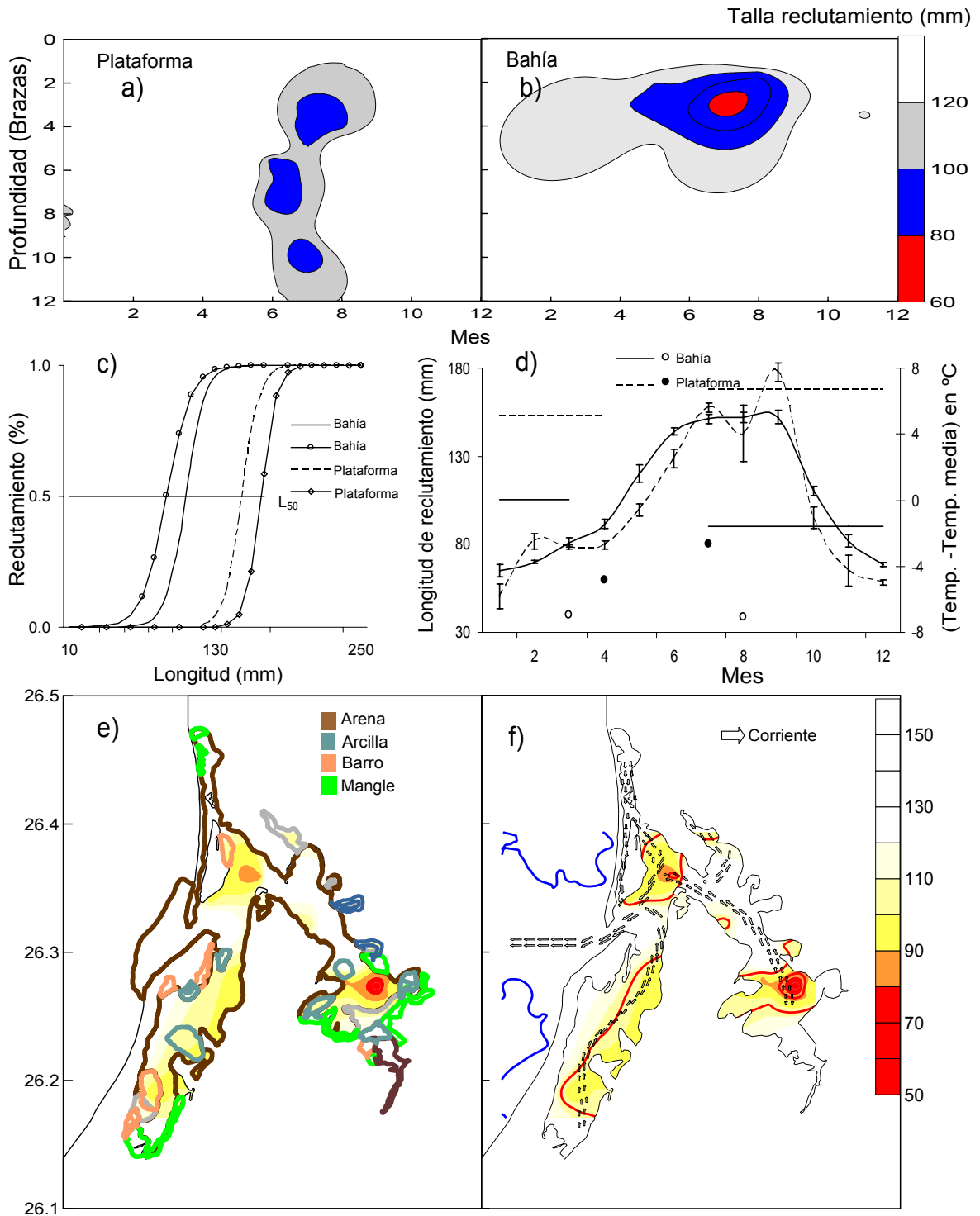


Figura 66. Reclutamiento (c) (talla en mm) de camarón blanco en función a la profundidad (a y b), temperatura \pm un límite de confianza (d), sustrato (e) y corrientes (f) en la laguna de Agiabampo, Sinaloa/Sonora.

3.2.4. TALLA DE MIGRACIÓN EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

Para camarón café en la laguna y plataforma, se representó como talla de migración (figura 67c) la isolínea de 109 mm, misma que se relacionó con la profundidad, temperatura, sustrato y corriente. La talla de migración para la plataforma se presentó entre las profundidades de dos a diez brazas (figura 67b), mientras que en laguna fue seis a diez brazas (figura 67a), en ambas zonas el periodo fue de abril a octubre (figura 67a y 67b). La talla de migración del camarón azul fue de 133 mm (figura 68c). En la plataforma se observó en las zonas someras (<6 brazas) a partir de agosto (figura 68a). En la laguna la misma talla se distribuyó en 6 brazas durante el periodo de muestreo (figura 68b). En camarón blanco, la longitud de 143 mm (figura 69c) apareció en la plataforma hasta las 12 brazas en dos periodos; uno en abril y otro en octubre (figura 69a), mientras que en la laguna se observó en las 8 brazas entre junio y agosto (figura 69b).

La longitud de migración del camarón café fue estimada por mes con una media anual (\pm desviación estándar) de 111 ± 7.4 mm (figura 67c y 67d). Las L_{50} mensual mayor a 110 mm se asociaron a la temperatura mínima de primavera (figura 67c), talla menor 110 mm coincide con el máximo de temperaturas de verano (figura 67c). En camarón azul la talla media anual de migración (137 ± 20.9 mm) y la L_{50} fue homogénea a lo largo del periodo de muestro. La asociación de la temperatura y tallas de migración no se observó alguna relación típica (figura 68d). En camarón blanco no se encontró alguna asociación de las tallas de migración (133 ± 21.6 mm) y las temperaturas, mostrando poco variabilidad las longitudes de migración a lo largo de periodo de muestreo (figura 69d).

La correlación migración de camarón café y temperatura de la laguna y plataforma indica una asociación no significativa ($r = -0.17$ $P = 0.58$; $r = -0.10$ $P = 0.74$ - prueba de rangos de Spearman). Sin embargo, con relación a las temperaturas las tendencias fueron negativas en laguna y plataforma. En camarón azul, las correlaciones fueron bajas ($r = -0.23$ y -0.13) y no significativas. En blanco las correlaciones fueron positivas ($r = 0.31$ y 0.41) y no significativas.

La talla de camarón café mayor a 110 mm fueron las que superaron el L_{50} de migración, para el área de Agiabampo (figura 67e) y se observaron principalmente en las zonas del sustrato arenoso. La ubicación en la laguna y plataforma de las tallas ± 10 mm del L_{50} se asociaron a las zonas de mayor profundidad, cerca de la boca del sistema lagunar y áreas aisladas al interior la misma, tal como el estero de Jitzámuri (figura 5 y 67e). En camarón azul la $L_{50} \pm 10$ mm se relacionó con las zonas profundas, compuestas de sustrato de arenoso (figura 68e). En camarón blanco, las tallas que superan la L_{50} se encuentran completamente fuera del sistema lagunar y las cercanas a los 140 mm se aproximan a la boca de la laguna (figura 69e).

La migración y el patrón de corrientes evidencian la preferencia de los organismos que alcanzan la talla hacia las zonas profundas y donde coinciden con el mayor flujo de la corriente (figura 67f, 68f y 69f). La boca del sistema con corrientes de $0.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ concentra a los organismos de tallas mayores a 130 mm (figura 67f, 68f y 69f).

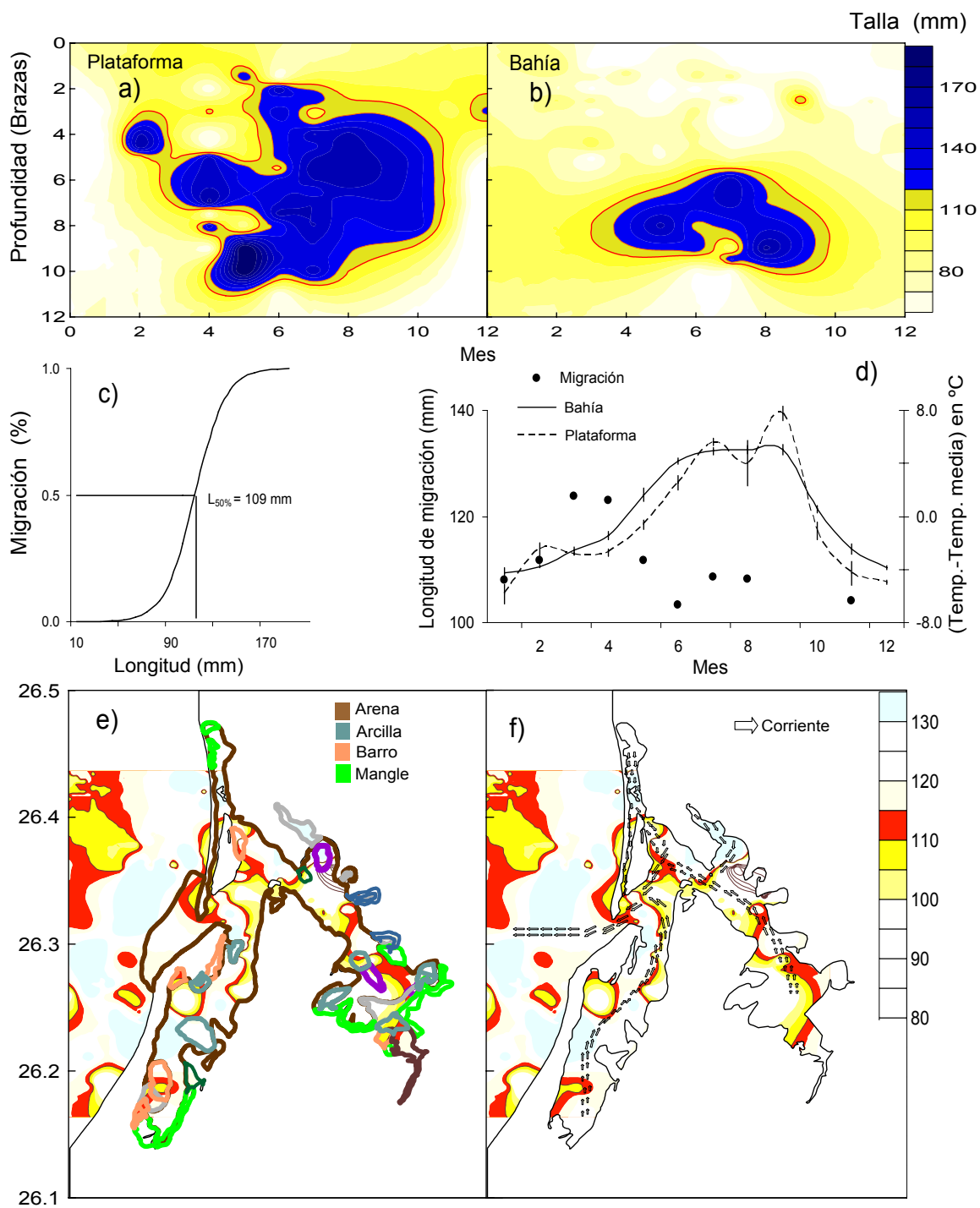


Figura 67. Talla de migración (mm) de camarón café (c) representada en línea roja, en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), y en contorno rojo para sustrato (e) y corrientes (f) en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total está dada en mm, las líneas de temperatura se refieren a las desviaciones de la media del año 2002.

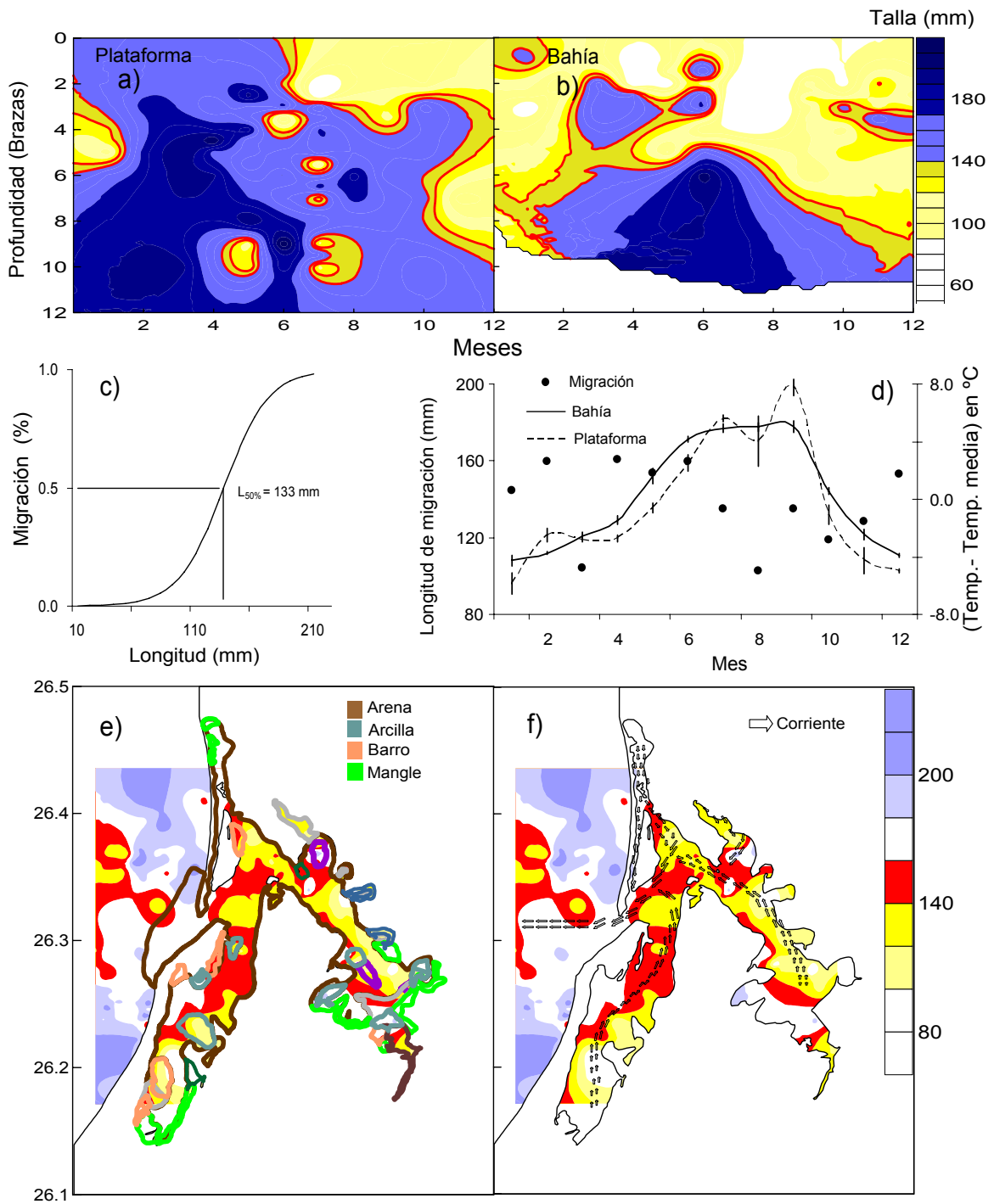


Figura 68. Talla de migración (mm) de camarón azul (c) representada en línea roja, en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), y en contorno rojo para sustrato (e) y corrientes (f) en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total está dada en mm, las líneas de temperatura se refieren a las desviaciones de la media del año 2002.

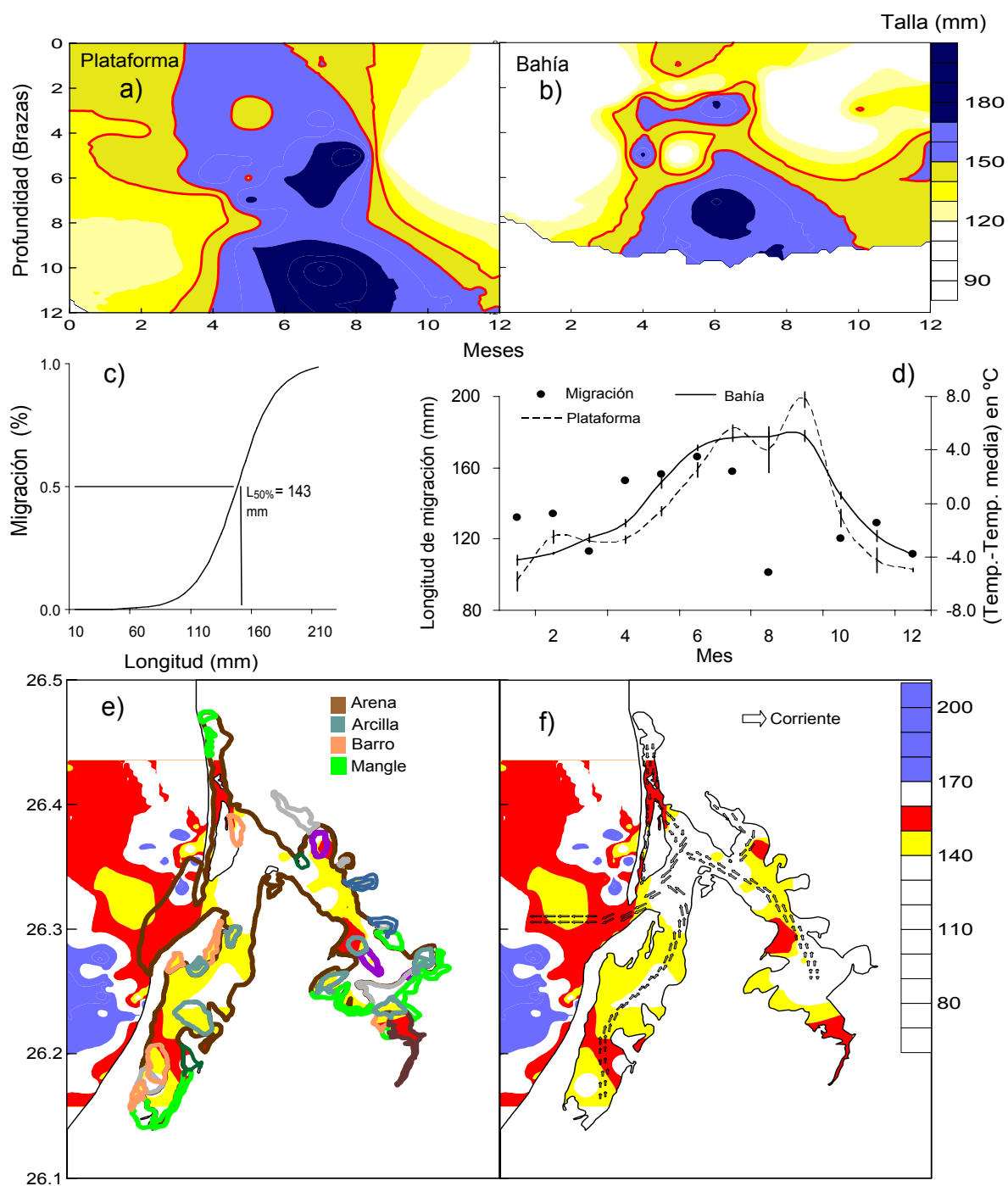


Figura 69. Talla de migración (mm) de camarón blanco (c) representada en línea roja, en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), en contorno rojo para sustrato (e) y corrientes (f) en el sistema de Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total está dada en mm, las líneas de temperatura se refieren a las desviaciones de la media del año 2002.

3.2.5. TALLA DE PRIMERA MADUREZ E ÍNDICE DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS EN LA ZONA DE LA PLATAFORMA

La longitud estimada como edad de primera madurez ($L_{50\%}$) de las tres especies de camarón en Agiabampo (figuras 70c, 71c y 72c) se relacionaron con la profundidad, temperatura, composición del sustrato y flujo principal de las corrientes.

La talla de primera madurez de camarón café se presenta como la isolínea (línea roja) correspondiente a la longitud de 164 mm en las figuras 70a y 70b de plataforma y laguna, respectivamente. De manera general se reconocen en la distribución espacio-temporal dos zonas de concentración de organismos, una entre 6 a 8 brazas de profundidad durante los meses de mayo y junio, y otra de menor magnitud a mayor profundidad de las 8 brazas en el del mes de noviembre (figuras 70a y 70b). Los periodos de madurez identificados se presentaron en mayo-junio y noviembre dentro de la laguna y plataforma. Se analizaron las frecuencias estandarizas ($\text{conteo} \cdot \text{ha}^{-1}$) con tablas de proporciones y el análisis mostró que éstas no fueron significativamente diferentes en los periodos ($X^2_{(2)} = 1.32 P = 0.25$).

En camarón azul la longitud de primera madurez fue de 172 mm (figura 71c). Los organismos de esta especie que sobrepasaron la longitud de primera madurez en los meses de febrero a mayo se encontraron entre las cuatro a las doce brazas, en ambas zonas bahía y plataforma (figura 71a y 71b).

En camarón blanco se encontró que la longitud fue de 166 mm y las

concentraciones de organismos mayores a la talla de primera madurez se registraron de abril hasta octubre en la plataforma, mientras que en la bahía el periodo fue en agosto (figura 72a y 72b).

El 50% del potencial reproductivo efectivo de la población de camarón café se alcanza integrando el índice de producción de huevos (IPH) durante los meses de abril y mayo. Este periodo coincide con el máximo de madurez que se extiende de mayo a julio con el 40% de la población (figura 70d). El máximo en madurez y producción de huevos se presenta con la inversión de temperaturas representada como diferencia positiva de + 4°C de la media anual (figura 70d). El índice de producción de huevos, porcentaje de hembras maduras y la temperaturas correlacionadas con la prueba estadística no paramétrica de Spearman fueron no significativas ($r = 0.55$ $P = 0.06$ y $r = 0.56$ $P = 0.05$), aunque representan una correlación considerablemente buena la cual fue superior al 50% de la variabilidad.

En camarón azul el potencial reproductivo se alcanzó hasta junio. La madurez se extendió hasta agosto (figura 71d). Las tallas superiores a la edad de madurez se registraron hasta julio, encontrándose entre las tres y doce brazas, tanto en laguna como en a plataforma (figura 71a y 71b). En camarón blanco, el índice de producción de huevos máximo se alcanza en mayo, sin embargo, la madurez se extendió en un alto porcentaje hasta julio (figura 72d). Las tallas arriba de la madurez se concentraron entre cuatro y doce brazas, en ambas localidades (figura 72a y 72b).

La talla de madurez de camarón café mayor a 164 mm en Agiabampo (figura 70e), se registró en zonas donde el sustrato es dominado por arena, presentándose esta principalmente en la plataforma costera. En el interior de la laguna se ubican estas tallas de madurez muy cercana a la boca del sistema y de manera aisladas en el interior del cuerpo laguna (figura 70e). En camarón azul y blanco se repite la composición al interior de la laguna con pocos organismos, siendo poco clara la relación entre el sustrato y la madurez de las especies de camarón azul y blanco (figura 71e y 72e).

La relación entre la madurez de camarón café y el patrón de corrientes mostró la preferencia de estos organismos que alcanzan la talla de primera madurez y son más grandes, con el mayor flujo de corriente que está asociado a las zonas más profundas (figura 70f). Los camarones de la especie de azul y blanco con abundancia moderada en la laguna a las tallas de primera madurez, coincidieron en las zonas donde se localizó camarón café al interior de la laguna. En la plataforma es muy amplia la distribución principalmente de la especies azul y blanco y fue más restringida la del camarón café que contrario a esta distribución de hembras maduras, es mayor en cuanto a número de organismos por hectárea en las capturas (figuras 71e y 72e).

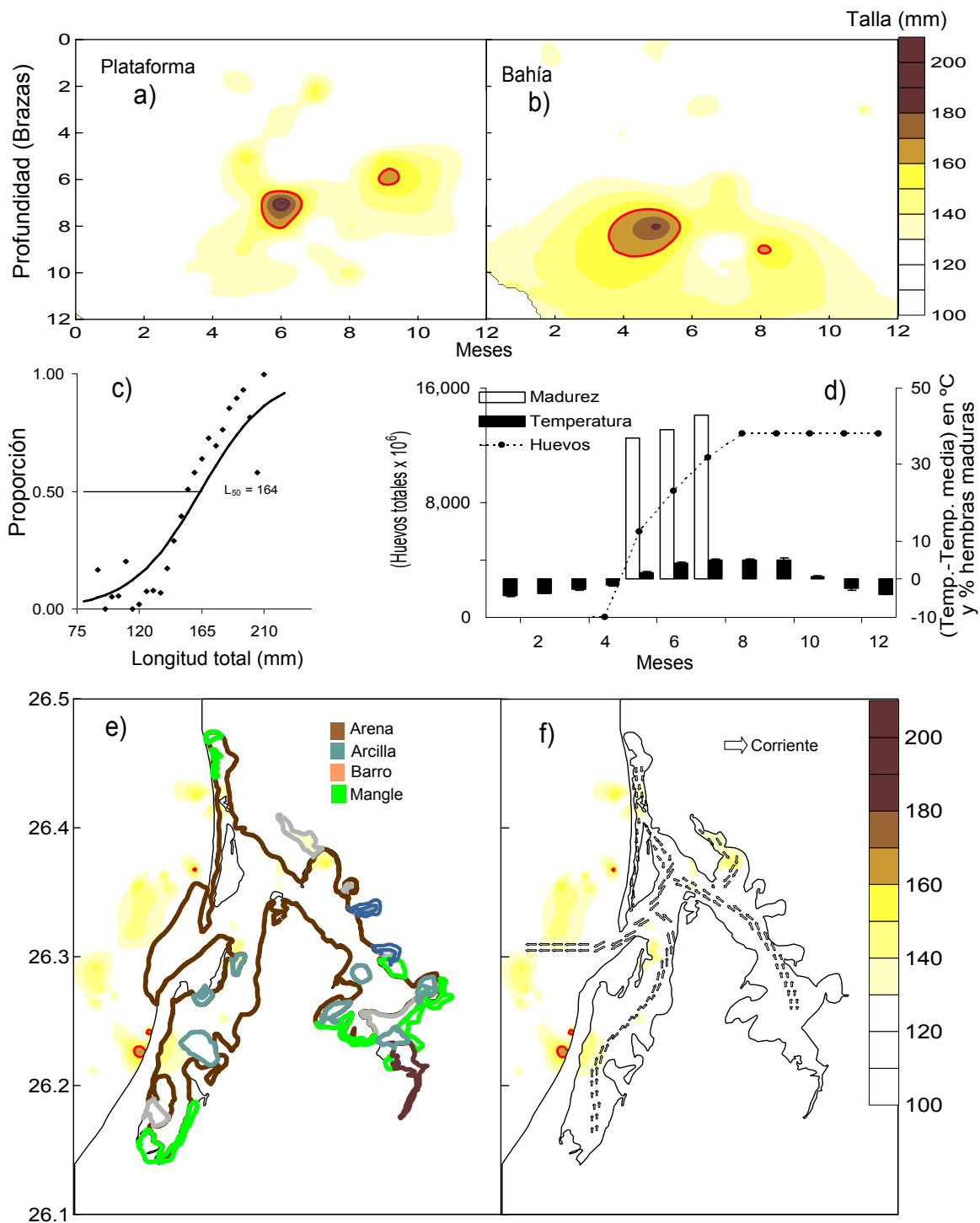


Figura 70. Talla (mm) de primera madurez (c) de camarón café representada en línea roja en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total está dada en mm y las líneas de temperatura se refieren a las desviaciones de la media del año 2002 en la figura (d).

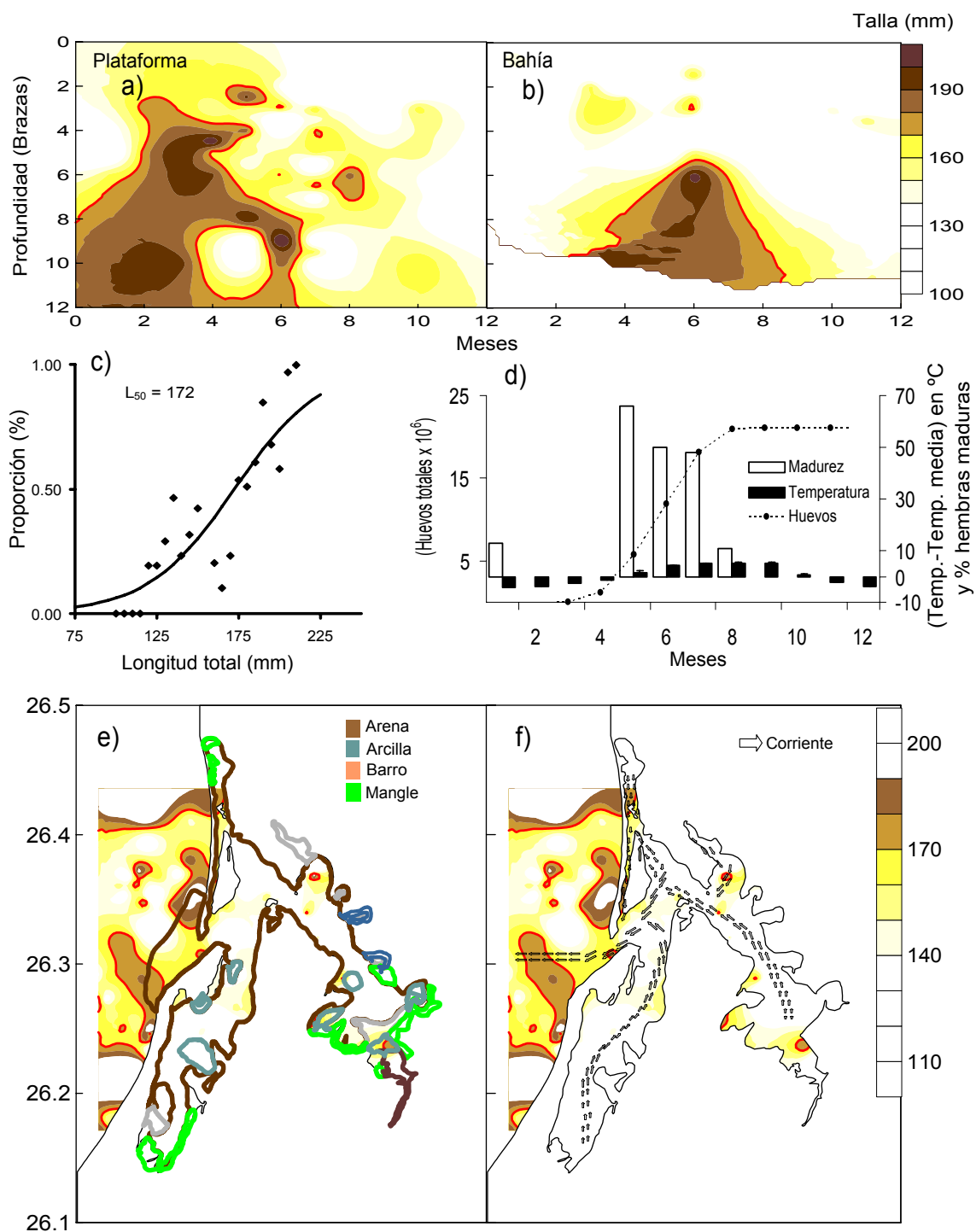


Figura 71. Talla (mm) de primera madurez (c) de camarón azul en línea roja en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total está dada en mm y las líneas de temperatura se refieren a las desviaciones de la media del año 2002 en la figura (d).

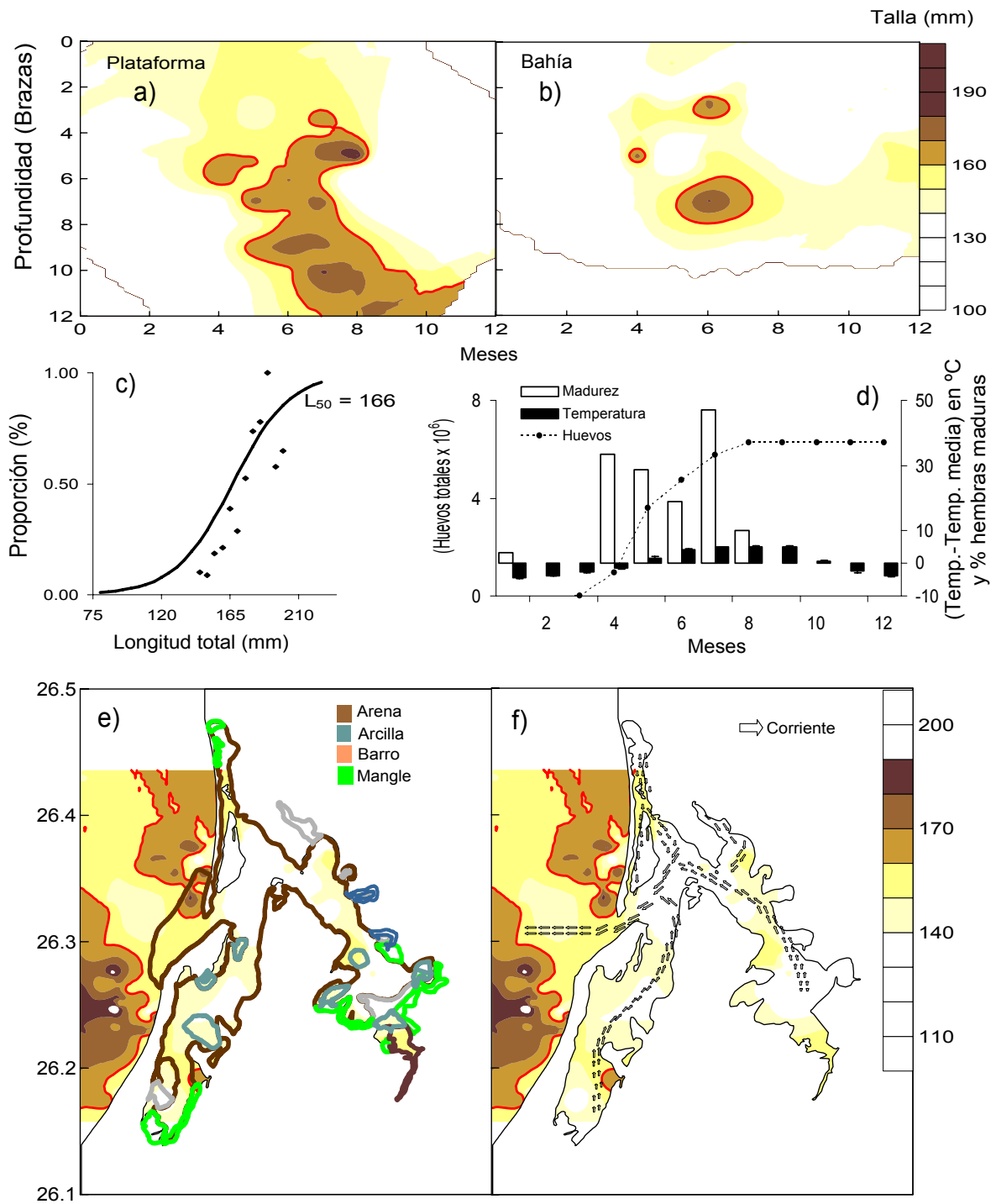


Figura 72. Talla (mm) de primera madurez (c) de camarón blanco en línea roja en función a la profundidad (a y b), temperatura (d), sustrato (e) y corrientes (f) en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. La longitud total está dada en mm y las líneas de temperatura se refieren a las desviaciones de la media del año 2002 en la figura (d).

3.3. PROPUESTAS DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN AGIABAMPO SINALOA/SONORA

3.3.1. INFORMACIÓN BIOLÓGICA

3.3.1.1. Porcentaje acumulado de huevos

La producción acumulada de huevos y la edad de primera madurez se indica en la parte superior de las figuras 73, 74 y 75. La línea punteada horizontal es del 50% de la reproducción, correspondiente a la mitad de la producción total anual de huevos, para cada una de las especies (izquierda) y la talla donde se alcanza el 50% de hembras maduras en la curva de primera madurez (derecha). El camarón café alcanza en el mes de mayo el 46% y en junio el 70% del total anual de producción potencial de huevos (figura 73, arriba izquierda). El camarón azul en junio obtuvo el 56% y en julio superó el 85% de producción potencial de huevos totales anuales (figura 74, arriba izquierda). El camarón blanco produjo el 57% en mayo y el 75% para julio (figura 75, arriba izquierda).

3.3.1.2. Estructura de tallas de camarón según su procedencia: bahía o plataforma

La composición de las capturas está en función de la zona de captura y de la luz de malla utilizada. En la zona litoral, se capturaron ejemplares de camarón de mayor tamaño y peso que en el interior de la bahía, como se puede apreciar en la composición de las tallas

de captura. A lo anterior se conjuga la existencia de mayor biomasa en la zona costera y disponibilidad de espacio para las tallas grandes.

La captura de camarón café en la laguna se compuso de un 80% de tallas de 90 a 150 mm. La captura clasificada en talla comercial (colas por libra) se ubicó entre 40 a 70 colas por libra (36%) y sólo un 1% de 26-30. En la plataforma las tallas capturadas en la temporada de pesca son de 70 a 160 mm (90%) (figura 73), predominó la categorías 21 a 50 colas por libra (32%), pero el 34 % es de categoría “80 Over”.

La talla de captura de camarón azul en la laguna fluctuó entre 110 a 170 mm (97%), clasificada en talla comercial 26 a 60 colas por libra (73%). En la plataforma, las tallas capturadas fueron de 130 a 210 mm, (94%) (figura 74), predominando la categoría de 15 a 30 colas por libra (69%).

La talla de captura del camarón blanco en la laguna fue de 90 a 150 mm (90%) (figura 75), clasificada como de 26 a 70 colas por libra (64%). En la plataforma las tallas capturadas fueron de 110 a 170 mm, (98%), sobresale la categorías 21 a 50 colas por libra con el 80%.

3.3.1.3. Biomasa presente por escenario

El cuadro intermedio e inferior de la parte izquierda de las figuras 73, 74 y 75 muestran la biomasa total anual ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) disponible durante los periodos de pesca. Se

remarcan para cada uno de los escenarios el de veda actual y el propuesto con sombreado sobre el periodo (tiempo) de pesca sugerido.

Los máximos de biomasa en las lagunas aparecen desde abril hasta agosto, la concentración supera a la de la zona costera en la mayoría de los casos, por simple disponibilidad de área y espacio la mayor captura y mejores resultados se obtienen pescando en la costa, donde además se extrae el mayor volumen. Las lagunas se excluyen de este análisis por simplicidad en la representación final de este análisis y en base a los resultados de la discusión final.

La biomasa de las tres especies es más alta entre los meses de abril y agosto, meses en que coincide con los máximos de reproducción. La magnitud es diferente en cada una de las especies, para fines del análisis se muestran las concentraciones de biomasa por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

El escenario actual de manejo comprende un periodo de veda desde abril hasta septiembre y el resto de los meses son de capturas. Las capturas potenciales de camarón café comprenden un 6% de la biomasa total anual, de camarón azul 6% y de camarón blanco 4%. El escenario propuesto de veda permite sólo de dos a tres meses de captura (junio, julio y agosto) para las tres especies, posteriores a que se alcanzo más del 50% de la producción anual de huevos. La biomasa existente durante el periodo propuesto de captura es de 59, 45, y 80% para el camarón café, azul y blanco, respectivamente.

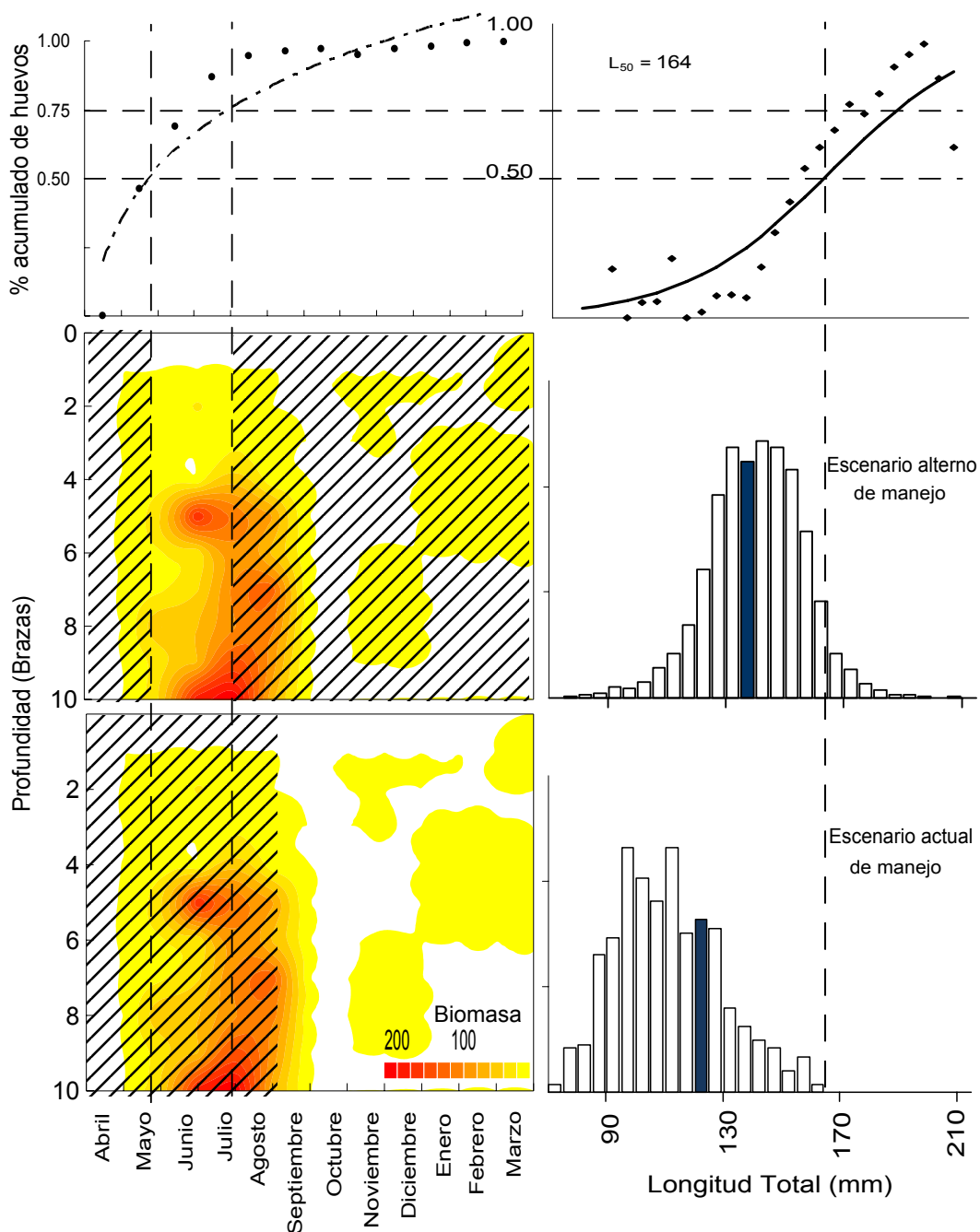


Figura 73. Escenarios de manejo de camarón café integrando la producción anual de huevos (izquierda arriba), biomasa $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (izquierda medio y final), edad de madurez (derecha arriba) y estructura de tallas (derecha medio y final). Se indica mediante la línea punteada horizontal el punto correspondiente a la mitad de la producción huevos y el 50% de hembras maduras en la curva de primera madurez. Las líneas verticales indican el periodo (meses) y la longitud en que coinciden la biomasa disponible y las tallas con la edad y periodo de reproducción. La zona sombreada presente dos escenarios de veda propuesta y actual y las tallas encontradas en esos periodos.

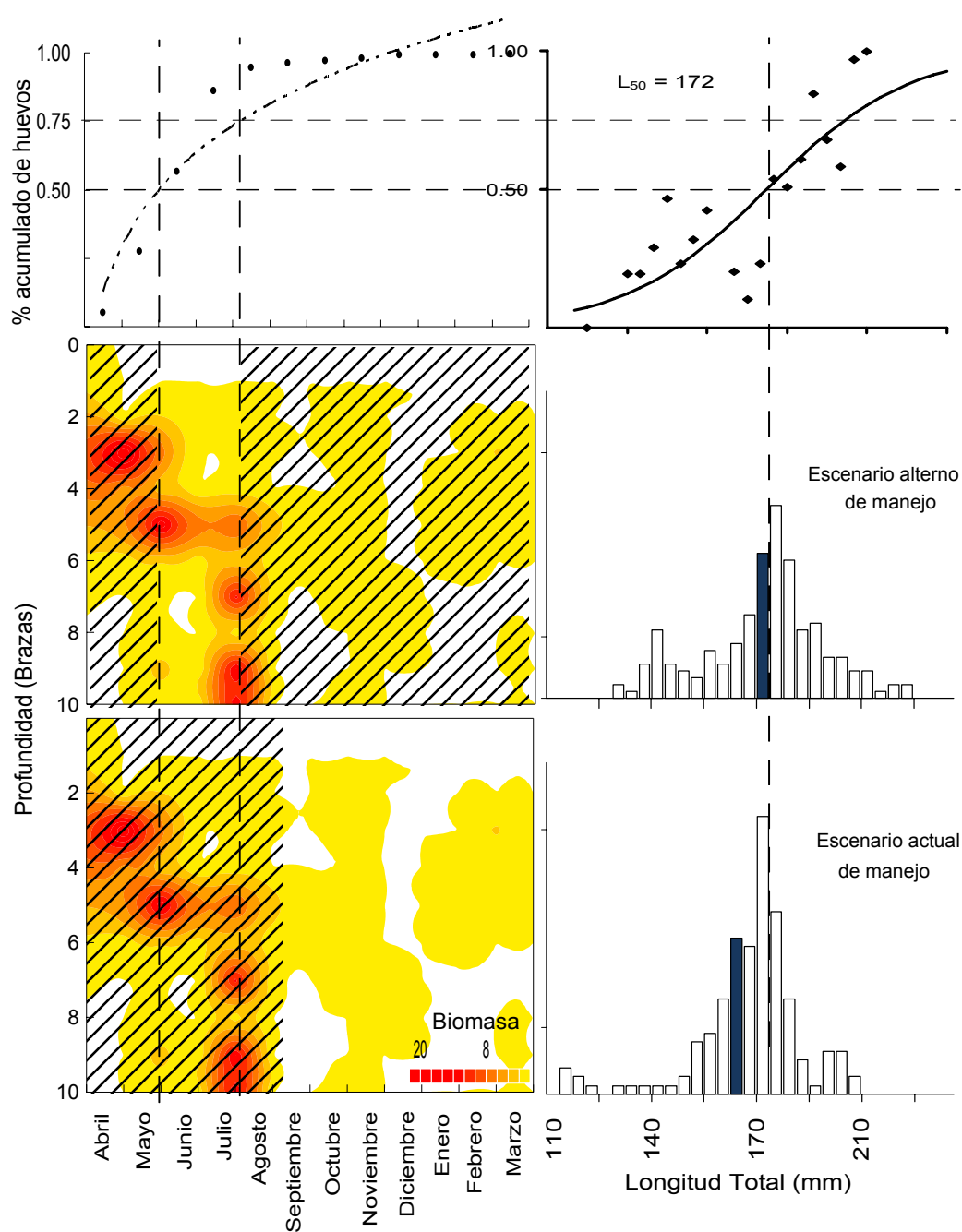


Figura 74. Escenarios de manejo de camarón azul integrando la producción anual de huevos (izquierda arriba), biomasa $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (izquierda medio y final), edad de madurez (derecha arriba) y estructura de tallas (derecha medio y final). Se indica mediante la línea punteada horizontal el punto correspondiente a la mitad de la producción huevos y el 50% de hembras maduras en la curva de primera madurez. Las líneas verticales indican el periodo (meses) y la longitud en que coinciden la biomasa disponible y las tallas con la edad y periodo de reproducción. La zona sombreada presente dos escenarios de veda propuesta y actual y las tallas encontradas en esos periodos.

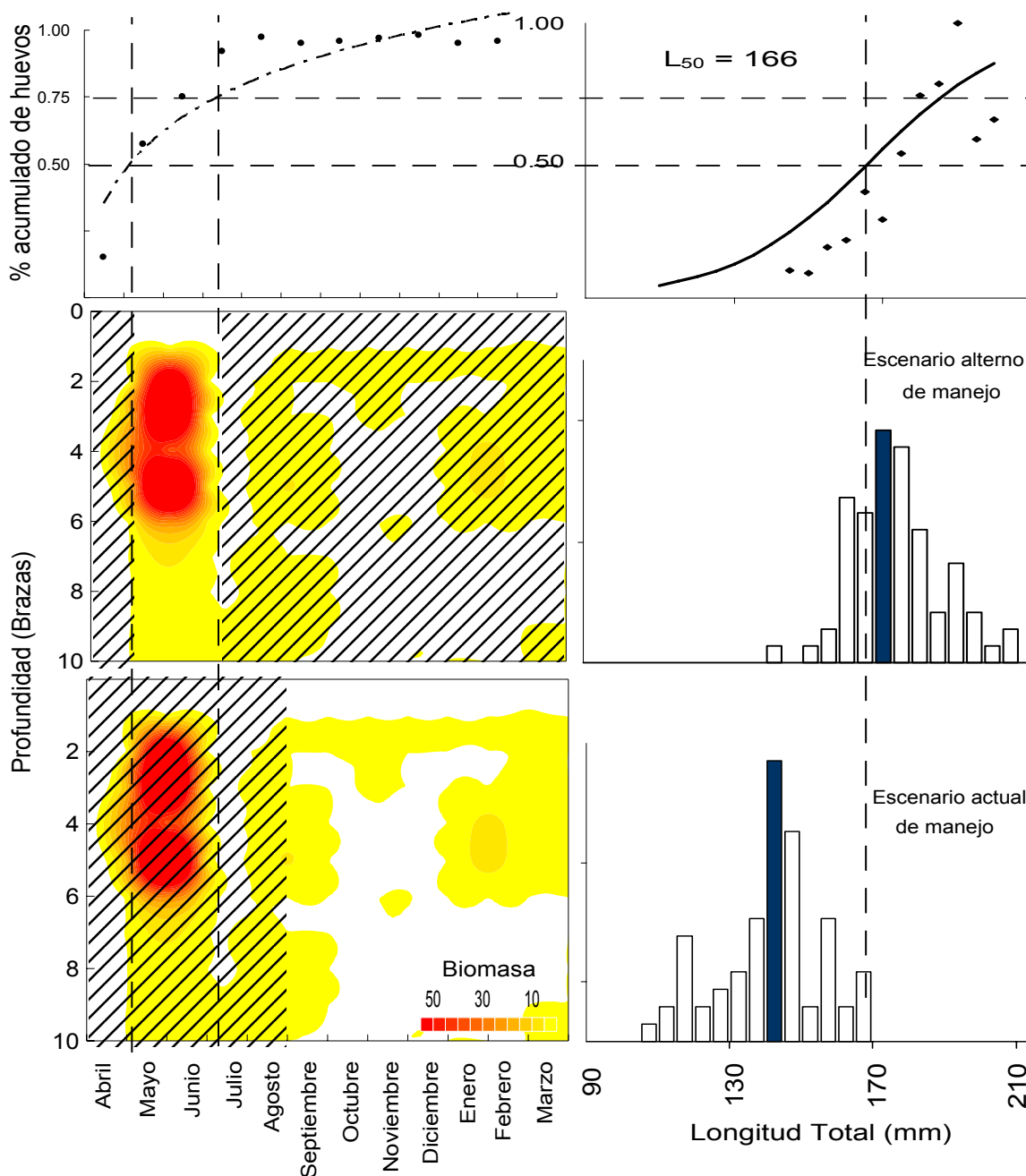


Figura 75. Escenarios de manejo de camarón blanco integrando la producción anual de huevos (izquierda arriba), biomasa $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (izquierda medio y final), edad de madurez (derecha arriba) y estructura de tallas (derecha medio y final). Se indica mediante la línea punteada horizontal el punto correspondiente a la mitad de la producción huevos y el 50% de hembras maduras en la curva de primera madurez. Las líneas verticales indican el periodo (meses) y la longitud en que coinciden la biomasa disponible y las tallas con la edad y periodo de reproducción. La zona sombreada presente dos escenarios de veda propuesta y actual y las tallas encontradas en esos periodos.

3.3.2. PUNTOS DE REFERENCIA BIOLÓGICOS

Los tres criterios analizados: talla de primera madurez, población desovante y biomasa remanente se seleccionaron como los criterios objetivos (puntos de referencia biológicos) en la pesca de la población de camarón del frente costero del centro-norte de Sinaloa y sur-centro de Sonora.

El uso del tamaño promedio de primera madurez como punto de referencia se puede basar en un análisis de rendimiento-por-recluta o puede considerarse la ojiva de reclutamiento (reclutamiento parcial) en relación con el tamaño de primera madurez sexual.

A lo largo del presente análisis se demuestra como las capturas están dirigidas a juveniles, en lagunas y plataforma costera. En camarón café la talla de primera madurez es de 164 mm, la talla media de captura es de 120 mm, 40 mm por debajo de la talla límite. En el camarón azul la talla de referencia como primera madurez es de 172 mm y se captura una talla media de 167 mm, corresponde a más del 50% de la población. En el camarón blanco la talla de primera madurez que es de 166 m, supera con 20 mm la talla propuesta como límite de referencia (figuras 73, 74 y 75).

Una biomasa remanente previamente acordada deberá permitir al menos que el 20 % de la biomasa de la población virgen se reproduzca o pase de la edad de primera madurez. El periodo actual de vedas y los máximos reproductivos de las especies de camarón en el Pacífico mexicano se ajustan al criterio de permitir un porcentaje de biomasa (20% al menos) como población desovante, tomado como referencia la proporción de la

población desovante durante el periodo de veda que llega a ser el 80% de la biomasa anual presente, más no sabemos si esa biomasa sea el 20% de la biomasa virgen del recurso camarón. Los meses de abril hasta mayo las poblaciones de camarón superan el 75% del potencial reproductivo, en número de huevos, aun cuando las vedas se prolongan hasta septiembre del mismo año (figuras 73, 74 y 75).

La estrategia de ordenamiento pesquero como es la captura constante para una población que fluctúa es de alto riesgo, bajo el supuesto que se desconoce la biomasa (figura 76). La variabilidad en las poblaciones de camarón se muestra en la figura 76, en las capturas que provienen de las lagunas costeras del norte de Sinaloa, dadas las enormes fluctuaciones entre años. Se dan dos opciones en las líneas de puntos (figura 76) por lo que hace ambiguo fijar límites de captura constante en la población de camarón. En dos meses (junio a agosto) de captura propuesta como una medida de esfuerzo constante después de la reproducción, no se tiene el riesgo de estar al mínimo de biomasa remanente, necesaria para asegurar el reclutamiento de la especie, que se traduce en continuidad de la misma, dado que se trata de una especie de una sola generación y los jóvenes de la reproducción anterior pasan a ser la biomasa desovante del año próximo.

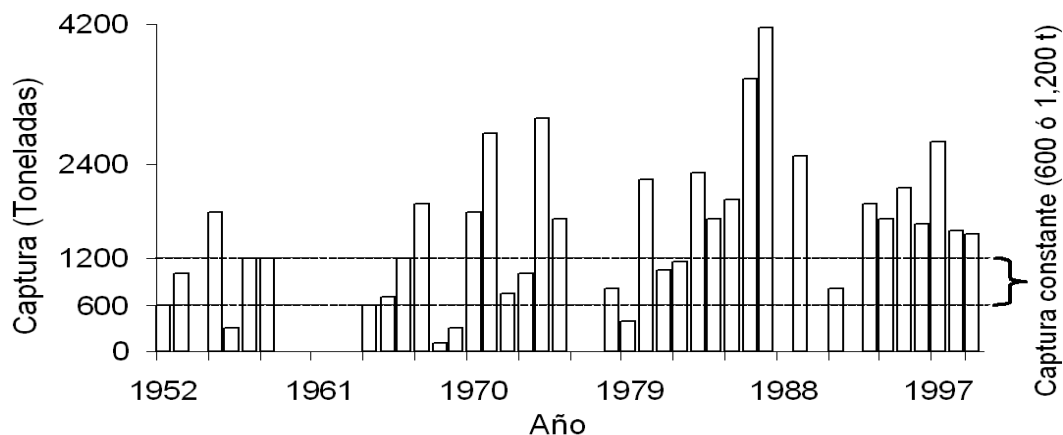


Figura 76. Producción histórica de camarón en el centro-norte de Sinaloa, según datos de SEMARNAP y la Federación de Cooperativas Pesqueras de Sinaloa.

3.3.3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PESCA

Los tres escenarios propuestos fueron examinados para la pesquería del centro-norte de Sinaloa y sur de Sonora, y ponderados con criterios biológicos, sociales y económicos. La mejor opción resulta aquella propuesta por las cooperativistas ribereñas y la alternativa menos indicada es la situación actual.

En diez evaluaciones realizadas la propuesta de las cooperativas ribereñas de pescar sólo en altamar es mejor en cinco y la segunda cuando se ponderan los criterios sociales por la reducción de empleos propuesta por los cooperativistas. En segundo término se ubicó la alternativa de aplicar la normatividad vigente (NOM-006-PESC-1993) que fue mejor en cuatro evaluaciones por el actual volumen de las capturas, pasando a ser la tercera con tres evaluaciones por la captura compuesta de tallas pequeñas y de bajo valor de mercado con este escenario actual de respetar la normatividad.

Finalmente utilizando los criterios biológicos con los ambientales como los más importantes en la ponderación resulta mejor la propuesta de las cooperativas pesqueras.

4. DISCUSIÓN

4.1. Biología de los camarones en Agiabampo Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa

La información analizada de abundancia, distribución, crecimiento, reclutamiento, producción de huevos y talla de primera madurez, a manera comparativa, permite evaluar el desarrollo del ciclo de vida en la laguna y plataforma costera de Agiabampo de los camarones peneidos. El ciclo de vida de estos organismos, 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; Macías-Regalado, 1973 y, Ortega y Núñez, 1974).

En la laguna de Agiabampo se encontraron hembras maduras al interior de la laguna (Romero-Sedano *et al.*, 2004). Esto permite suponer la existencia de variantes del ciclo de vida que los camarones desarrollan en las lagunas con ambiente antiestuarino de la costa del Golfo de California y el generalmente descrito para los camarones peneidos.

En este apartado, se discute la biología de tres especies de camarones comerciales: café *Farfantepenaeus californiensis*, azul *Litopenaeus stylirostris* y blanco *Litopenaeus vannamei*. 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 en la laguna de Agiabampo y Navachiste.

4.1.1. ABUNDANCIA

Las tres especies de camarón fueron capturados durante todo el año en el interior de la laguna de Agiabampo, dominando por la abundancia ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) del camarón café, siguió el azul y finalmente el blanco. Cada una de las especies presentó un período máximo de abundancia, el mayor fue del camarón café de abril a agosto, siguió el azul de julio a septiembre y finalmente el blanco en tres meses discontinuos a lo largo del año (febrero, agosto y diciembre). En las tres especies el patrón general de máximos se presentó en el mes de agosto, mes en el que generalmente estas especies presentan la máxima abundancia después del periodo anual de reproducción y anterior al inicio de la captura comercial de que son objeto en la pesquería.

Autores desde Chapa-Saldaña y Soto-López (1969) hasta Del Valle-Lucero y Martín (1995) manifestaron 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* (café) tiene un marcado hábito costero y cuando llegan a ingresar a las lagunas costeras estos las dejan en edades relativamente tempranas. Mathews (1981) menciona una longitud de 35 mm como máximo para que esta especie regrese al mar con el fin de continuar creciendo en la zona costera. Al género *Litopenaeus* (azul y blanco) que son hasta ahora considerados organismos de hábitos estuarinos, se menciona que tienden a permanecer el mayor tiempo de su ciclo de vida al interior de las lagunas y que poseen una mayor tolerancia a la dinámica estuarina (Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Lluch-Belda

et al., 1972; Del Valle-Lucero y Martín, 1995). La migración de este último género ocurre cuando han alcanzado un 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 el ciclo de vida, pues estos liberan huevos libres.

En la laguna de Agiabampo se encontraron organismos de las tres especies a lo largo del año, independiente del tamaño, esta situación no ocurre en lagunas del sur de Sinaloa donde a partir del mes de agosto hasta marzo (Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Lluch-Belda *et al.*, 1972) del siguiente año la presencia camarones es nula o tan baja densidad que no es posible capturarlos. En cambio en las plataformas, los camarones remanentes después de la temporada de pesca generan algún máximo de abundancia que se observa como concentraciones durante los periodos reproductivos (Dall *et al.*, 1990).

En la plataforma costera también se encontraron las tres especies a lo largo del año, igual que en la laguna costera dominó el camarón café, seguido del azul y finalmente el blanco. El máximo de abundancia en camarón café fue entre los meses de abril a agosto, en el azul de marzo a noviembre y en el blanco en los meses de abril a agosto. En las tres especies se tuvo el comportamiento de la abundancia en una distribución normal iniciando en un mínimo seguida de un solo máximo en la parte central o en algún mes del año, contrario a lo que cabria esperar de un patrón de máximas abundancias bimodal, respondiendo a los eventos de migración masiva de la laguna a mar y en la concentración intensiva de reproductores. No habrá que descartar el valor de la abundancia en marzo

donde se tienen hasta $62 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$, sin embargo, con una alta variabilidad para el mismo mes con un error estándar de 31 a $62 \text{ org}\cdot\text{ha}^{-1}$.

La comparación múltiple de la abundancia entre la laguna y plataforma costera de Agiabampo mostró que en la laguna es mayor el número durante la mayor parte del año. La comparación entre estos dos ambientes costeros no fue encontrada en la literatura, salvo las hechas en forma indirecta para evaluar las capturas por unidad de esfuerzo de la biomasa capturada para la laguna de Topolobampo en Sinaloa. Los rendimientos de las captura del puerto de Topolobampo, Sinaloa, laguna costera con condiciones similares a la de Agiabampo, muestran la coincidencia en toneladas de camarón capturado, observándose diferencias en cuanto a mayor volumen proveniente de la plataforma, explicando 75% de la relación lineal entre ambas zonas de extracción de camarón (Díaz de León-Corral, 1993).

4.1.2. DISTRIBUCIÓN

El análisis de distribución de la abundancia ($\text{org}\cdot\text{ha}^{-1}$) y las tallas promedio (longitud total en mm) se preparó con la finalidad de representar tendencias o preferencia en la distribución de las especies, conforme al ciclo anual o estacional para la laguna y la plataforma costera de Agiabampo. Las variables que fueron modificadas en cada representación fueron el número de organismo por hectárea (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 no busca de ninguna manera presentarlo

como un patrón establecido para el comportamiento de estas especies, en los diferentes ciclos anuales.

En el período de marzo a abril, aparecen las primeras concentraciones de camarón café en plataforma en tallas desde los 80 hasta los 140 mm de longitud total. En la laguna para el mismo mes, la composición es de tallas es igual o menor que en plataforma. En junio el patrón de distribución de la abundancia se encuentra invertido, siendo más abundantes en la laguna, con respecto a los meses de abril a mayo, no así la composición de tallas, que tienden a la homogeneidad dentro y fuera de la laguna. Sin embargo, en la plataforma en julio se continúan capturando los organismos de mayor talla (> 120 mm). En la laguna de Agiabampo en julio el patrón de distribución continuó con la preferencia por las zonas centrales de la laguna y en los canales.

En la distribución de camarón café no existe un patrón claro que indique preferencias de segregación por alguna zona en abundancia o tallas, considerando la laguna como una unidad homogénea en características hidrodinámicas y fisiográficas. En algunos casos podemos observar condiciones en que una misma área es ocupada por tallas diferentes por ejemplo en mayo; en la parte interior de la laguna se encontraron camarones de tallas superiores a 100 mm y abundancias superiores a $100 \text{ org}\cdot\text{h}^{-1}$; y en el mes de diciembre en la misma área está ocupada por camarones de menos de 80 mm con concentraciones de camarón igual a la anterior.

Manzano-Sarabia (2003) describe la distribución del camarón café en esta misma laguna en base a las mismas variables que el presente trabajo, logrando identificar algunos

patrones de distribución y abundancia. Las tallas pequeñas se concentraron en el interior del cuerpo lagunar (Estero de Bacorehuis) y los camarones de tallas grandes se registraron en la zona cercana a la boca; sin embargo, carecen de magnitud alguna para diferenciar entre pequeñas y grandes. El segundo patrón descrito de la composición de tallas, para el mes de julio (longitud promedio) se observó en la boca de la laguna camarones grandes, lo que hace suponer que los organismos comienzan a salir de la misma en julio, permaneciendo solamente los organismos juveniles (Manzano-Sarabia, 2003). La anterior aseveración se realiza únicamente con las observaciones de la laguna. Esta última situación se observa evidente para el mes de julio; sin embargo, se tendrá que analizar a detalle la consistencia de las observaciones para este mes.

La distribución de las tallas en la plataforma costera es dispersa, estando compuesta de tallas desde los 100 a 140 mm de longitud total. Las tallas son superiores a las encontradas al interior de la laguna, aunque existe la condición de encontrar organismos de tallas inferiores a los 100 mm en las mismas zonas de la plataforma. En cuanto a la distribución en la plataforma costera de los camarones se han manejado que existen preferencias por la distribución batimétrica para cada una de las tres especies de peneidos. 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 con extractos de profundidad (Magallón-Barajas y Jaquemin, 1976). El análisis realizado por Vázquez, (1976) sugiere que el movimiento del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* hacia diferentes profundidades varía entre años y además que los

movimientos de los camarones no están relacionados a la presencia o ausencia de otras especies de peneidos tal y como se encontró en el presente trabajo.

4.1.3. CRECIMIENTO

La comparación de las tallas promedio se realizó para las tres especies buscando establecer la existencia o no de diferencias significativas de las tallas de los camarones capturados en la plataforma costera y al interior de la laguna de Agiabampo Sinaloa/Sonora.

El fundamento para el análisis de las tallas en las dos localidades es que dentro de la laguna y en la plataforma deberían encontrarse completamente diferenciadas con camarones de talla pequeña en la laguna y las grandes en la última zona, si en la migración el tamaño o la edad fueran las causas que la generan. Las tallas que se han manejado salen de las lagunas son de 35 mm de longitud total para camarón café (Mathews, 1981), el blanco y azul la abandonan como juveniles antes del periodo reproductivo, aun cuando no se maneja alguna talla de referencia (Edwards, 1978; Mathews, 1981; Del Valle-Lucero y Martín, 1995). Las tallas de primera madurez de cada una de las especies fueron utilizadas como valores de referencia, dado que a esta talla las tres especies cumplen ambos criterios para iniciar la migración.

En este trabajo se encontró que las población de camarón café habitando lagunas áridas en comunicación permanente al océano puede entrar y salir como lo supone Romero-Sedano *et al.* (2004). Al igual puede ocurrir en las otras especies de peneidos que cohabitan

entre las lagunas costeras de comunicación permanentes al océano y plataforma costera. En el camarón azul y blanco no hay estudios que hayan considerado la posibilidad de intercambio libre de los camarones entre las lagunas y plataforma costera adyacente.

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 existen diferencias entre la composición de tallas del camarón café en la laguna y plataforma costera. No sucede lo mismo con el camarón azul y blanco donde existe diferencia de talla en la laguna y plataforma.

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 Agiabampo encontraron valores de salinidad igual a las del presente estudio. La laguna desde entonces no ha contado con un régimen importante de descarga de agua dulce, igual a las otras ubicadas en la zona de clima semiárido del noroeste de México. La laguna se ha mantenido como un cuerpo de agua hipersalino Romero- Sedano *et al.* (2004).

Las especie de camarón café, azul y blanco en las lagunas permanentes del Golfo de California no tienen barrera física o ambiental que les impida encontrarse al interior de la lagunas o sobre la plataforma costera en diferentes etapas de su ciclo de vida ya sea como juveniles o adultos. La posibilidad de tratarse de dos poblaciones diferentes puede ser analizada mientras no se tengan pruebas de que ocurra una libre comunicación de los camarones en las dos localidades.

4.1.4. LÍNEAS DE CRECIMIENTO

La comparación entre líneas de crecimiento, estimadas con la ecuación de von Bertalanffy para cada especie, no presentó diferencias entre los camarones de la laguna y la plataforma de Agiabampo. La comparación anterior se hizo con la composición de tallas donde se supone que después de la migración de los camarones de la laguna hacia el mar, los camarones más grandes estarán en la plataforma después de haber abandonado la laguna.

Dall *et al.* (1990) mencionan que la emigración de los juveniles está relacionada con la talla. En la zona de la boca de Agiabampo, se encontraron en todos los meses tallas entre 100 y 110 mm (Manzano-Sarabia, 2003). Aguirre-Osorio y Romero-Sedano (2002) encontraron que de diciembre de 2001 a junio de 2002 la longitud de emigración del camarón café es de los 117 mm. La diferencia de las tallas en la plataforma costera durante este periodo fue desde 20 mm para camarón blanco hasta 30 mm en camarón azul. La comparación es enmascarada por la enorme dispersión presente en los datos.

Las comparaciones entre especie, de los valores de phi prima calculadas, encontró diferencias estadísticas para la laguna y plataforma costera. Lo anterior indica las discrepancias de la tallas máximas en el crecimiento entre especies, ya que es conocido la talla de camarón azul como la más grande y la de camarón blanco las más pequeña para las especies del Pacífico mexicano (López-Martínez *et al.*, 2005). El camarón azul presentó la mayor talla promedio en las capturas de suripera. Este hecho es de esperarse ya que la tasa de crecimiento de camarón azul es mayor al de las otras especies (Rodríguez de la Cruz, 1981).

En un estudio similar a este se encontró el mismo patrón siendo el camarón azul el de mayores tallas y el café el de menores (Rosas-Cota *et al.*, 1996). El mencionado estudio se realizó en el Alto Golfo de California por lo que es normal que no hayan encontrado camarón blanco y por tanto no se tienen referencias de esa especie. Sin embargo, para el camarón café y azul las tallas encontradas en este estudio están en el intervalo de tallas que registró Rosas-Cota *et al.* (1996). Este hecho ya fue reportado para esta especie en la región de Sinaloa y Sonora y es también una característica de las especies de camarones que pertenecen a la familia Penaeidae (García-Gómez, 1976; Magallón-Barajas y Jaquemin, 1976; García y Le Reste, 1987; Mathews, 1981; Rodríguez de la Cruz, 1981; Dall, *et al.*, 1990; Hendrickx *et al.*, 1995; García-Borbón *et al.*, 1996; Leal-Gaxiola, 1999; López-Martínez, 2000).

Otra fuente de variación de la composición de tallas es el dimorfismo sexual que se manifiesta en tallas más grandes en las hembras que los machos (Barreiro-Gümez, 1986). Sin embargo, el trabajo realizado en Agiabampo por Manzano-Sarabia (2003) encontró

para algunos meses (enero y julio) los machos tuvieron tallas más grandes que las hembras, con diferencias estadísticas significativas ($p < 0.005$). La prueba que utilizó para la comparación de tallas fue la de LSD, con la cual mostró diferencias significativas en la longitud total de ambos sexos en febrero, marzo, mayo, junio y julio ($P < 0.05$). Machos y hembras presentaron tallas promedio de 100 a 106 mm de enero a abril, mientras que en mayo y junio presentaron las tallas más grandes las hembras con un valor de 125.2 mm y los machos registraron un valor promedio máximo de 116 mm. Estos valores fueron para los organismos capturados en el interior de la laguna.

López-Martínez *et al.* (2003) analizaron una serie de datos del crecimiento en camarón café desde 1978 a 1994, utilizó los intervalos obtenidos del coeficiente de crecimiento (K), longitud infinita (L_{∞}) y phi prima (Φ'), e interpreta que por los rangos encontrados en los valores anteriores existe una clara variación interanual del crecimiento del camarón café. A diferencia del trabajo que aquí se expone, el análisis de López-Martínez *et al.* (2003) fue realizado sólo para organismos provenientes de la plataforma costera de todo el estado de Sonora y encontró diferencias entre años de los valores de crecimiento, esto sin ser corroborados con alguna prueba estadística.

4.1.5. RECLUTAMIENTO EN LAGUNA Y PLATAFORMA

La talla de reclutamiento para el camarón café calculada con la ecuación logística de King (1995) fue de 102 mm en la laguna en dos periodos del año. En la plataforma costera fue de 127 mm. Las tallas de reclutamiento corresponden a camarones de 6 a 8 meses de

edad lo que se corroboró para el Pacífico mexicano con la ecuación edad-talla de von Bertalanffy y lo expuesto por López-Martínez *et al.* (2003).

De la estructura de tallas se dedujo que los nuevos reclutas aparecen en dos periodos en la laguna y plataforma. El primero, en ambos lugares, fue en el mes de marzo con tallas de 50 mm de longitud total y el segundo fue de junio a octubre con talla menor de 80 mm en la laguna y en julio en la plataforma. Las tallas anteriores son deducidas de la presencia de organismos pequeños que teóricamente significa el inicio de alguna nueva distribución normal en la frecuencias tallas. Lo cual es posible identificar claramente en abril para el año 2003 en laguna y 2002 en la plataforma en esta especie.

La reproducción del camarón café en el Pacífico mexicano es continua durante todo el año, lo que se deduce por estudios de madurez gonadal y abundancia de postlarvas (Barreiro-Gümez, 1986 y Del Valle-Lucero y Martín, 1995). El máximo reproductivo se presenta en dos periodos del año, uno en junio y otro en noviembre (Leal-Gaxiola *et al.*, 2001). En Agiabampo, la reproducción más intensa según Romero-Sedano *et al.* (2004) es durante junio-julio y el segundo de menor intensidad es de octubre a noviembre (Romero-Sedano *et al.*, 2004).

Las curvas de reclutamiento estimadas para el camarón café, en la laguna y la plataforma, coinciden completamente con las observaciones directas de nuevos reclutas en las distribuciones de tallas. Los mayores reclutamientos se presentaron en abril y mayo. En la plataforma, la moda de mayor intensidad fue en mayo y la segunda en el mes de julio. Los periodos de reclutamiento calculados con este método difieren en orden de un mes de

las observaciones de las frecuencias de tallas. El lapso de tiempo entre la reproducción al reclutamiento para el camarón café debe ocurrir con una diferencia de 4 a 6 meses.

Las especies de camarón café, azul y blanco en el reclutamiento coinciden en los tres análisis realizados. Las diferencias se presentan en los meses de mayor reclutamiento, tallas de reclutamiento y frecuencias. Las diferencias en longitud no son significativas. Es posible que las diferencias sean provocadas por el sistema de reclutamiento y la reproducción continua de los peneidos. *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris* viven la mayor parte del tiempo en zonas influenciadas o en estrecha relación por los deltas de ríos, estuarios o lagunas costeras. En cambio, *Farfantepenaeus californiensis* y *F. brevis* se encuentran preferentemente en el medio marino, aunque también se les puede encontrar dentro de los sistemas lagunares. Cuando alcanza 100 mm aproximadamente, sale de estos sistemas hacia el mar para completar su ciclo reproductivo según Rodríguez de la Cruz y Rosales-Juárez (1975).

Mathews (1981) determinó que en el camarón café ocupa la zona más costera en el norte de Sinaloa entre 1 a 9 m de profundidad, pero en el periodo de desove masivo del camarón azul y blanco desplazan al camarón café a profundidades de 18 a 27 m. Es posible que ocurra el mismo comportamiento en las lagunas. En cuanto a las longitudes de reclutamiento encontradas es evidente que las tallas grandes tienen preferencia a ocupar las zonas más profundas situación que ya había sido revisada por autores como Mathews (1981) para las especie de peneidos en lagunas y plataforma.

4.1.6. MIGRACIÓN

Los camarones peneidos cuando alcanzan 100 mm de longitud aproximadamente, salen de las áreas de crianza (lagunas) hacia el mar para completar su ciclo (Rodríguez de la Cruz y Rosales-Juárez, 1975). Mathews (1981) consideró que el camarón café abandona las lagunas a los 35 mm de longitud. Estos movimientos migratorios obedecen a la naturaleza de su ciclo de vida, que es dependiente de los sistemas lagunarios, estuarios o bahías, mismos que son utilizados como zonas de protección, alimentación y crecimiento. Esta migración a la zona estuarina se ha establecido de manera general para el género *Penaeus*, pero llega a ser muy conspicua sólo en algunas especies (Siu-Quevedo, 1995). En el análisis de la migración realizado en el presente trabajo, existen algunas inconsistencias que evitan dar sustento a la migración como un hecho probado, ya que las tallas calculadas de migración tienen que conservar el supuesto de que la migración ocurre siempre para todas las especies y que estas se desplazan de la laguna al mar como dos espacios completamente independientes.

El camarón café se ha clasificado como especie marina que no utiliza las lagunas costeras para complementar su ciclo de vida. A pesar de lo anterior durante los años recientes se han reportado la captura de camarón café en algunas lagunas costeras de Sonora (Aguirre-Osorio y Romero-Sedano, 2002). También se ha determinado que la longitud total de 117 mm es la talla en que los organismos pueden estar interactuando entre la laguna y el mar abierto (Romero-Sedano *et al.*, 2004). Las tallas de migración registradas en el presente trabajo para camarón café, azul y blanco fueron de 109, 133 y 143 mm,

respectivamente. De acuerdo al presente trabajo, conforme los organismos crecen emigra hacia zonas más profundas y cuando las áreas de distribución de juveniles y de adultos están geográficamente separadas 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).

El camarón café a pesar de no tener una preferencia bien definida por aguas de baja salinidad penetra en ellas una vez que ha alcanzado su estadio de tercer mysis o postlarva, permaneciendo ahí alrededor de mes a mes y medio para salir nuevamente a mar abierto cuando alcanza alrededor de 40 mm de longitud total (Aguirre-Osorio y Romero-Sedano, 2002). Chapa-Saldaña y Soto-López (1969) reportaron que esta especie entra a las bahías cuando la salinidad es mayor al límite para que las larvas sobrevivan y la temperatura es baja. Se ha planteado que la temperatura y la salinidad son variables que influyen en detonar el mecanismo para que el camarón inicie la migración hacia alta mar, sin embargo aún es poco claro el proceso (Del Valle-Lucero, 1989; García y Le Reste, 1987).

En la bahía de Agiabampo y frente litoral costero interactúan dos grupos poblacionales de camarón café 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 todas las regiones. Los escenarios que restan por resolver son si existe una migración verdadera de los camarones de la laguna al mar, para esto se tiene que plantear experimentos que aseguren que los camarones siguen una ruta identificada como de migración. El otro escenario es que en

este tipo de lagunas de comunicación permanente con el océano ofrezca al camarón la posibilidad de libre comunicación hacia cualquiera de los cuerpos de agua en que supuestamente se realiza la migración.

4.1.7. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS (IPH)

El ciclo reproductivo de las especies de se describió con el IPH que incluye como indicadores: la abundancia de hembras maduras, fecundidad y estructura de tallas. El índice alternativo para describir el periodo reproductivo sólo incluye el porcentaje de hembras maduras y hembras totales capturadas (Leal-Gaxiola, 1999; Rábago-Quiroz, 1999; López-Martínez *et al.*, 2005).

La mayoría de estudios de los aspectos reproductivos de las especies de camarón se basan sólo en el porcentaje de hembras maduras contra el total de hembras capturadas en ciclos anuales o estacionales (Mathews, 1981; López-Martínez *et al.*, 1999; 2005; Leal-Gaxiola, 1999; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001). El periodo reproductivo de camarón café, tomando en cuenta sólo este porcentaje, se ha definido como continuo a lo largo del año (Garduño-Argueta y Calderón-Pérez, 1994), pero con dos máximos: el primero ocurre en junio a julio y el segundo de octubre a noviembre en Sonora (Mathews, 1981; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001).

El estudio de la reproducción de camarón azul apoyado en el porcentaje de hembras maduras, para la determinación de la longitud de primera madurez (L_{50}) (López-Martínez *et al.*, 2005), definen un periodo reproductivo discreto con un máximo que comprende de

abril a agosto. Leal-Gaxiola (1999) obtuvo un modelo logístico considerando sólo las hembras maduras y presentó los datos en forma acumulada con respecto a la longitud. Este autor sólo obtuvo la talla de primera madurez. La desventaja de utilizar el modelo logístico con datos de hembras maduras acumuladas es que no cumple el supuesto de que todas las hembras de una misma talla se encontraran maduras. Alcántara-Razo (2005) estudio el camarón azul para lo que considera el mes de abril donde se observa una abundancia cercana a la media anual, pero constituida principalmente por tallas grandes, cuya fecundidad promedio es relativamente alta. Ponderando ambas medidas, se obtiene un valor alto de IPH. Por el contrario, en el mes de octubre, a pesar de presentar los valores más altos de abundancia y madurez, el índice es menor que el de abril porque la alta abundancia está representada sobre todo por tallas pequeñas, por consiguiente de fecundidad relativa menor

El tratamiento dado a los datos que se utilizan para definir el modelo logístico varía en la literatura, el cual tiene implicaciones para los resultados obtenidos en definir la talla de primera madurez, con el objetivo de estimar el periodo reproductivo de las especies desde los invertebrados hasta peces. El utilizar solamente la talla no es buen indicativo del periodo de la reproducción. García (1985) reportó que se puede sesgar la estimación de la reproducción de la población si se utiliza el modelo logístico que contemple únicamente a la proporción acumulada de las hembras maduras del total de hembras de cada talla. La longitud estimada sugiere que el 100% de las hembras que sobrepasan la L_{50} están maduras por ello debiera contemplarse el utilizarlo combinado con otros indicadores como los de

abundancia de los adultos y fecundidad a cierta talla y estructura de tallas de las hembras maduras para cada mes del año y su proporción respecto del total.

Los estudios que utilizan el porcentaje de hembras maduras respecto al total y sus aplicaciones e implicaciones puede verse en trabajos de Roa *et al.* (1999). Garcia (1985) sugiere para evitar generar un índice desviado se debe combinar con fecundidad individual y tallas de las hembras.

El IPH fue utilizado en camarón café por Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2006), quienes determinaron que son mayo y junio los meses como más productivos en huevos potenciales para esta especie y el 50% del potencial reproductivo se alcanzó en mayo. Cuando se analiza solamente el porcentaje de hembra maduras los máximos porcentajes de madurez son desde mayo hasta junio, pero los últimos meses la población está compuesta de juveniles de talla pequeña. En trabajos anteriores en esta misma especie se utilizó sólo el porcentaje de hembras maduras y se determinó que es continuo a lo largo del año, con dos desoves masivos en Sonora (Leal-Gaxiola *et al.*, 2001) y Sinaloa (Barriero-Güemez, 1986; Garduño-Argueta y Calderón-Pérez, 1994).

En camarón azul Aragón-Noriega (2005) aplicó el IPH, y encontró que entre mayo y junio se presenta el periodo masivo de reproducción, con un 66 % de hembras maduras. El camarón azul alcanza el 50 por ciento acumulado de producción de huevos sumando el IPH durante los meses de abril y mayo. Las tallas mayores de camarón azul (201 ± 3 mm) se presentaron en mayo y la máxima abundancias en julio (Aragón-Noriega, 2005 y Alcántara-Razo, 2005). En otros estudios relacionados con esta especie de camarón

Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1994) encontraron que en Mazatlán desde marzo hasta septiembre se encuentran hembras maduras con un máximo en junio. Mientras que en Guaymas, Sonora la reproducción de camarón azul se presenta desde marzo hasta agosto, con un máximo en junio (García-Gómez, 1976).

En camarón blanco se encontró el mes de mayo como el más importante para la reproducción, esto en el área de Agiabampo. La especie ha sido relegada de los estudios de ecología pesquera en la zona del centro de Sinaloa al sur de Sonora donde se encuentra el límite norte de su distribución. La especie de cualquier forma representa una parte importante el manejo de la pesquería. La producción acumulada de huevos de camarón blanco se alcanza el 50% para el mes de mayo y al final de primer semestre, cuando normalmente termina la veda, se alcanza el 75% de la producción anual de huevos.

Alcántara-Razo (2005) expresó que el IPH indica el potencial reproductivo de una población de una manera más confiable que sobre la base de indicadores de manera aislados como pueden ser la madurez, abundancia y talla. Al analizar la información en su conjunto de tallas, abundancia, madurez y fecundidad es posible definir un periodo concreto en que el tiempo de la reproducción de las especies como se demuestra en este trabajo.

El periodo reproductivo de algunas especies se establece sobre la base de indicadores de manera aislada (*e.g.* madurez, abundancia y talla). La importancia de integrar diferentes indicadores tales como el IPH, básicamente radica en la disminución de la posibilidad de malinterpretar la información. Con el IPH se puede expresar el potencial

reproductivo de una población de una manera más confiable que sobre la base de un sólo indicador. La importancia del IPH es que facilita el interpretar la evolución en el tiempo de la reproducción a través de los patrones estacionales de talla, abundancia y madurez de donde se calcula. Los resultados encontrados en el presente trabajo sugieren una revisión de las medidas y métodos para definir la reproducción y tiempos de vedas en las especies y poblaciones que se encuentran en las lagunas costeras permanente de la costa este del Golfo de California.

4.1.8. TALLA DE PRIMERA MADUREZ

La longitud media de primera reproducción o longitud media de madurez sexual, se puede definir como la longitud a la cual el 50% de todos los individuos están sexualmente maduros (King, 1995). Para obtener la talla que representa el 50% de hembras maduras se ha empleado comúnmente una ecuación logística que relaciona la longitud de los organismos con la proporción o frecuencia relativa de madurez a cierta talla (King, 1995; Leal-Gaxiola, 1999; Roa *et al.*, 1999). Sparre y Venema (1995) no explican la forma o tratamiento que se le debe aplicar a los datos. La talla de primera captura o primera madurez se ha estimado por algunos autores utilizando el procedimiento de forma indistinta con las frecuencias acumuladas de longitud o madurez (Leal-Gaxiola, 1999; Rábago-Quiroz, 1999; López-Martínez *et al.*, 2005).

King (1995) menciona que se deben considerar todas las hembras de una misma talla (maduras e inmaduras) para obtener una proporción de hembras maduras y obtener el

modelo logístico al relacionar esta proporción contra la talla. Alcántara-Razo (2005) mencionó que cuando se utilizan sólo las hembras maduras y se acumula su frecuencia relativa contra la longitud, se obtienen valores observados y calculados idénticos ($R^2 > 0.999$); con esto sugiere el autor que no hay necesidad de ajustar ningún modelo y que con sólo tender la línea que cruza el 50% hacia el eje “X” puede obtenerse la talla correspondiente.

King (1995) aclara que la diferencia entre las ecuaciones para obtener talla de primera captura y talla de primera madurez, radica en los datos de entrada: Éstos deben ser una proporción de hembras maduras en relación con las hembras totales de cada talla. Otros autores han seguido esta metodología para determinar la talla de primera madurez en crustáceos (Chul-Woong y Hartnoll, 1999; Roa *et al.*, 1999; Robertson y Butler, 2003) y también para peces (Love y Brooks, 1997; Love y Jonson, 1999).

A partir del modelo logístico propuesto por King, (1995) ajustado a la proporción del total de hembras en función de la talla, se obtiene la L_{50} que comúnmente es utilizada para determinar la talla mínima permisible para la pesca. Biológicamente, la L_{50} representa el 50% del potencial reproductivo total de la población. El hecho de que se considere la edad o talla cuando 50% de los individuos a la madurez debe ser apoyado con otros indicadores, principalmente cuando se explotan pesquerías compuesta de muchas especies como la de camarón del Pacífico mexicano.

Las variaciones de la edad de primera madurez para especies en una misma localidad pero que habitan ecosistemas con características particulares se han observado en

camarón café (Aragón-Noriega *et al.*, 2007) determinaron como la talla de primera madurez de los camarones en la laguna interior de Agiabampo fue de 146 mm, mientras que en la plataforma costera adyacente fue de 155 mm, en especie teóricamente provenientes de la misma población. En las poblaciones de camarón azul que provienen del Golfo de California Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, (2005) encontraron diferentes tallas de primera madurez desde los 154 mm en Puerto Peñasco, Sonora; 131 en Guaymas, Sonora y 121 mm en Mazatlán, Sinaloa. La distancia geográfica o física en que se encuentran estas subpoblaciones puede ser importante y tener implicaciones en las estrategias ecológicas y reproductivas entre cada una de las zonas mencionadas para una misma especie. La estrategia reproductiva puede aun tener amplias implicaciones en las decisiones de manejo de las especies en las lagunas y costas del noroeste de México. Existe la necesidad de profundizar los estudios de las estrategias ecológicas de las diferentes lagunas y zona costera adyacente.

Esto es importante para el manejo y la administración del recurso pesquero, principalmente en el recurso camarón que se fundamente en la protección de los reproductores. Las tallas de madurez de 166 de camarón café, 173 de camarón azul y 156 para camarón blanco son más grandes que la captura normal con los equipos que se utilizan en la pesca comercial, por lo que la mayoría de las hembras no se han reproducido cuando se capturan. Lo que puede llevar a la pesquería a una sobrepesca del reclutamiento, como el encontrado por Gracia (1996) en el Golfo de México para *Penaeus setiferus*. Se enfatiza la necesidad de comprender las implicaciones de las tallas de reproducción en las tres especies, en conjunto con las tallas y periodos de capturas.

Las capturas inician después que los juveniles que provienen de la última reproducción alcanzan tallas de mercado. Acción que se contrapone al primer principio de permitir la reproducción de los juveniles antes de ser capturados. La variabilidad en la longitud a la que cada especie alcanza la talla de primera madurez es atribuida a la riqueza genética, estrategias adaptativas y a la variabilidad producida por el ambiente.

4.2. USO DEL HÁBITAT DE LAS LAGUNAS ÁRIDAS POR LOS CAMARONES PENEIDOS EN AGIABAMPO SINALOA/SONORA y NAVACHISTE, SINALOA

En esta sección las variables de profundidad, temperatura, sustrato y corrientes se relacionaron con la abundancia, distribución de tallas, crecimiento, reclutamiento, producción de huevos y talla de primera madurez en laguna y plataforma. El análisis realizado tuvo como objetivo estimar la influencia del ambiente en el desarrollo del ciclo de vida de los camarones peneidos en las condiciones de las lagunas hipersalinas y permanentes de Agiabampo y Navachiste.

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 biología de los camarones los resultados se discutieron en la perspectiva que procesos como el crecimiento y reclutamiento (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2006) y madurez (Romero-Sedano *et al.*,

2004) igual pueden ocurrir dentro de las laguna de Agiabampo y/o Navachiste y las lagunas que comparten el mismo clima, probablemente de la latitud de estas lagunas 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 en este documento, considerados como variantes en el ciclo de vida de los camarones en lagunas con ambiente antiestuarino de la costa oriental del Golfo de California son analizadas para establecer las relaciones causales que generan este comportamiento.

4.2.1. ABUNDANCIA EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

Alcántara-Razo (2005) realizó un análisis detallado de la disponibilidad del camarón azul con respecto a la profundidad, indicando mayor concentración de organismos que coinciden con las mayores tallas y por lo tanto biomasa, entre las 4 y 6 brazas de profundidad durante los meses de abril a julio, mientras que el resto del año, de septiembre a marzo, acumula únicamente el restante 8% de la biomasa.

La abundancia máxima de cada una de las tres especies se presentaron con diferencia en el tiempo, el camarón blanco aparece en febrero, no es hasta junio que toma importancia el camarón azul y finalmente el camarón café después del mes de agosto. La

concentración de organismos representa sólo el número de observaciones por área, por lo que falta incluir los pesos individuales, para permitirnos hacer una estimación de la biomasa potencial existente. Las tres especies ocupan el hábitat de la laguna y plataforma, como sugieren Valenzuela-Quinónez *et al.* (2006) para camarón café. La diferencia es que el uso de estos hábitats se desfasa en el tiempo, dos meses, aproximadamente para cada especie. En general se reconoce las dos zonas como de concentración de organismos, éstas coinciden en julio entre 6 y 10 brazas en la laguna y plataforma. Una interpretación de variabilidad temporal de abundancia, en respuesta a la profundidad, y los otros factores forzantes que la generan, fortalecen el valor del análisis espacial y temporal de los recursos. Necesariamente este análisis de variabilidad espacio-temporal se tiene que fundamentar en la existencia de una serie de datos de un periodo largo.

La temperatura es importante al intervenir en el metabolismo, el crecimiento y la reproducción. La temperatura óptima del camarón azul es 28°C (Re *et al.*, 2004). A esta temperatura los organismos mantienen un metabolismo constante a través de un rango de salinidades experimentadas por Re *et al.* (2004). La variabilidad de la temperatura del Golfo de California se ha estudiado desde la asociación con la productividad primaria y hasta los grupos mayores. Alcántara-Razo (2005) determinó la factibilidad de utilizar información de la temperatura en superficie como indicador de la dinámica en fondo. Mediante una regresión lineal simple, mostró que existe una fuerte relación entre ambas fuentes de información ($r^2=0.98$) al menos durante el periodo analizado y para la variable temperatura.

La región norte del Golfo de California (32-29.5°N, aproximado) tiene una temperatura que oscila entre 10°C y 32°C de invierno a verano. En la región central (29-26.5°N), la temperatura superficial muestra diferencias menos marcadas entre invierno y verano, entre 16°C y 31°C. La región sur (<25°N), es una extensión del Océano Pacífico tropical, tienen una estructura hidrográfica compleja como consecuencia de la confluencia de diferentes masas de agua (Soto-Mardones *et al.*, 1999). En promedio, la temperatura superficial del mar decrece de sur a norte y la variabilidad estacional incrementa (Soto-Mardones *et al.*, 1999). Las temperaturas mínimas suceden en las tres regiones en febrero (invierno) y las máximas en agosto y septiembre (verano), generando una variabilidad estacional marcada (Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005). La relación abundancia temperatura observada es difícil de explicar, dados los múltiples factores en las reacciones biológicas en las que interviene la temperatura, este factor por sí sólo explica poco la variabilidad de la abundancia.

La composición del sustrato es inducido por la velocidad de la corriente, principalmente el tamaño y el tipo de las partículas que lo constituyen (Lazier y Mann, 2006). Menz y Blake (1980) reportaron como el crecimiento de los camarones en una misma localidad muestran una variación considerable que es atribuida a varios factores tales como diferencias en sustrato, temperatura, salinidad, densidad y a la dificultad de expresar la distribución de longitudes en un sistema con reclutamiento continuo. Los cambios en las corrientes, como sugieren Burrola-Sánchez *et al.* (2002), no se equiparan a la escala del cambio de las abundancias, al estar influenciadas por la reproducción, migración, mortalidad y el reclutamiento continuo de las especies de camarones. En este

análisis queda oculta la posible relación del factor que explique la variabilidad de la abundancia que pudiera ser atribuida al sustrato, como son preferencia por algún tipo de fondo.

El patrón de corrientes (Burrola-Sánchez *et al.*, 2002) se utilizó como base para hacer un esquema de la circulación del sistema de Agiabampo. La corriente muestra un patrón permanente en las líneas de mayor flujo en la laguna de Agiabampo. Esta constancia se utilizó para discriminar la poca relación de la variabilidad espacio temporal de la abundancia de camarón con la intensidad de las corrientes en la laguna. De manera general encontramos que la mayor abundancia tanto en plataforma como en la laguna se presenta como una respuesta a la batimetría del sistema.

4.2.2. TALLAS EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

Las lagunas de Agiabampo y Navachiste presentan entre 2 y 4 m de profundidad promedio. Una descripción detallada de la batimetría de la laguna de Agiabampo fue reportada por Burrola-Sánchez *et al.* (2002) y Četina *et al.* (2002). En el Estero del Soldado, Laguna La Cruz y Guasimas, Sonora (Arreola-Lizárraga, 2003) no se presenta relación alguna entre la profundidad y 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⁻¹ y se mueve de zonas someras a aguas profundas (Edwards, 1978). Romero-Sedano *et al.*

(2004) reportaron que el camarón café madura al interior de las lagunas costeras de Agiabampo. Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2006) deducen que esta especie puede completar su ciclo de vida en la laguna.

Según algunos estudios, los juveniles migran de las lagunas de crianza a las zonas de reproducción en el océano (Garcia y Le Reste, 1987; Del Valle-Lucero, 1989); sin embargo, en esta área, no se encontró evidencia clara que indique una migración fuerte al océano (Romero-Sedano *et al.*, 2004; Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2006). Una explicación puede involucrar la competencia interespecífica. 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 interespecífica. Del Valle (no publicado) mencionó que el factor forzante de la migración era ambiental, principalmente el levantamiento de la capa de mezcla y el abatimiento del oxígeno disuelto.

En Agiabampo, Sinaloa/Sonora y Navachiste, Sinaloa el camarón café tiende a buscar aguas profundas mientras crece. Si éste encuentra profundidades en relación a su talla al interior de la laguna, esta especie puede permanecer en la laguna. Es posible que el camarón encuentre áreas con suficiente profundidad para alcanzar a madurar en Agiabampo (Romero-Sedano *et al.*, 2004). Si el camarón café no encuentra profundidades adecuadas en la laguna, este puede moverse al mar, como ocurre en las Guasimas y la laguna de La Cruz.

Otros factores ambientales, como la salinidad y temperatura, afectan el crecimiento y la madurez de los camarones peneidos (Garcia y Le Reste, 1987; Dall *et al.*, 1990; Leal-

Gaxiola *et al.*, 2001), y algunos autores sugieren que esos factores interfieren con la distribución en la profundidad. Dado que Agiabampo y Navachiste tienen una salinidad estable, la distribución es más probable esté relacionada con la profundidad, que cuando se compara con otras lagunas. Estas lagunas tienen condiciones marinas o hipersalinas la mayor parte del tiempo, esto sugiere que las condiciones de hábitat óptimas están presentes todo el año en la laguna para los juveniles y adultos.

Las condiciones ambientales de las lagunas del sur del estado de Sonora y norte de Sinaloa, México son estables con respecto a la salinidad. Esas lagunas hipersalinas tienen salinidades de 35 a 40 ups en un ciclo anual (Romero-Sedano *et al.*, 2004; Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2004). En contraste, lagunas más tropicales en el noroeste de México, por ejemplo en Hiuzache-Caimanero (localizada al sur de los 23° N), la descarga de los ríos reduce la salinidad por abajo 25 ups (Del Valle-Lucero y Martín, 1995;). En esta área, la migración de postlarvas es exitosa sólo cuando la salinidad alcanza valores adecuados para la sobrevivencia del camarón (Del Valle-Lucero y Martín, 1995). La pesquería estuarina en el sureste de Sinaloa, México inicia en septiembre, cuando los juveniles migran al océano. En el sureste de Sinaloa, los sistemas estuarinos son separados del mar por barras de arena durante el periodo de estío, cerrando la boca y bloqueando la comunicación con el mar.

Dado que las tallas pequeñas están relacionadas a las mayores densidades, está parece una relación de denso-dependencia (Del Valle-Lucero y Martín, 1995). Estudios de migración han tratado casi exclusivamente con las áreas de crianza de los estuarios. La señal usada por las especies para la migración al mar no han sido identificadas (Dall *et al.*, 1990), pero puede estar relacionada a la talla. La profundidad puede estar involucrada en el

movimiento del camarón en las lagunas. En los complejos lagunares Agiabampo y Navachiste, la profundidad es una variable importante en la ecología de los camarones peneidos. En cuanto a la distribución de las longitudes encontradas es evidente que las tallas grandes tienen preferencia a ocupar las zonas más profundas situación que ya había sido revisada por autores como Mathews (1981) para la especie de peneidos en lagunas y plataforma.

Las tallas de camarón azul y blanco más grandes fueron encontradas en la primera profundidad (<3 brazas), decreciendo paulatinamente conforme se incrementan las profundidades. El comportamiento de estas especies con respecto a la profundidad, nos hace suponer en algún momento de su ciclo vital migran hacia la costa, como sucede en lagunas temporales estuarinas. En las especies de camarón azul y blanco la profundidad donde se encuentran las tallas más grandes en la plataforma se invierte al de las lagunas, siendo ocupadas por los camarones de menores tallas la mayor profundidad. El camarón café tal como lo publican Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2007) invierte este comportamiento en relación a la profundidad.

4.2.3. RECLUTAMIENTO EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

El reclutamiento es considerado una variable clave en la administración de los recursos pesqueros (García, 1985) y se refiere al tiempo y la época en que los organismos pasan a ser accesibles 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

finés 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).

Al igual que en la reproducción, se detectaron dos periodos de máximos en el reclutamiento del camarón café, ambos para la plataforma costera y la laguna de Agiabampo. El primero detectado en los meses de febrero a abril, el segundo de menor proporción en los meses de junio a agosto. Diferencia 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).

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 medios bióticos.

Si el detritus de origen terrestre es un componente importante de las fuentes de alimento (Riera *et al.*, 2000) y llega a la lagunas y océano con las esorrentías, no es sorpresa que el área sureste de México (subtropical) tenga el mayor suministro del alimento, porque tiene las mayores esorrentías resultado de una mayor precipitación (Brito-Castillo *et al.*, 2003). Las lagunas costeras del clima árido y semi-árido se ubican en el norte (24° a 28°N) y lagunas de clima tropical húmedo en el sur (Mazatlán). Valdés-

Holguín (1994) mostró que esas lagunas están bajo la influencia de varios patrones estacionales de suministro de nutrientes y producción de fitoplancton. Reflejándose con mayores concentraciones en las bocas de las lagunas e interior de estas, tendiendo a favorecer las etapas tempranas de los camarones. En el reclutamiento si existe evidencias al menos en las representación gráfica (figuras 64f, 65f y 66f) de como las tallas inferiores a las reclutas se agrupas e zonas de menor corriente, lo que a la par debe de ser asociado a zonas ricas en detritus por la precipitación lejos de las zonas impactadas por la velocidad de la corriente.

El uso del hábitat en las lagunas áridas durante el reclutamiento se encontró que las lagunas y plataforma fueron adecuadas para el asentamiento temporal. Las frecuencias de reclutas fueron diferentes en el mar en comparación a la laguna, sin embargo, las mayores abundancias ocurren en la laguna, esto asociado a disponibilidad de área somera en la mayor parte de la laguna de Agiabampo.

4.2.4. MIGRACIÓN EN EL AMBIENTE LAGUNAR Y MARINO

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 café use las lagunas costeras como hábitat para el reclutamiento, crecimiento y madurez

En las lagunas costeras con conexión permanente al océano y sin gradientes de salinidad ($< 4 \text{ ‰}$ en Agiabampo durante este trabajo) permiten a esta especie la permanencia al interior de la laguna o el ingresar y salir en la etapa adulta (Romero-Sedano *et al.*, 2004; Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2006). Sin embargo, Mathews (1981) mencionó que si las postlarvas llegaran a entrar en ellas las abandonan a los 35 mm de longitud total. En Agiabampo 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 cual está compuesta por talla de 110 mm, muy superior a la mencionada por el autor anterior. El cambio hacia una mayor profundidad se dio en ambas zonas, siendo mayor en el océano, al parecer relacionado a una mayor área disponible. 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. En la plataforma se encontró que la composición de tallas de camarones son más grandes durante la mayor parte del año y que las más grandes ocupan las primeras profundidades (< 3 brazas).

Es posible que en las lagunas costeras del sur de Sinaloa, donde se generó el mayor conocimiento sobre biología de camarones, el camarón sí presente una migración verdadera en las longitudes pequeñas como las evaluadas por Mathews (1981). Esto básicamente debido a la diferencia en su sistema hidrológico (Poli y Calderón-Pérez, 1987). En la laguna de Agiabampo se encontraron tallas reclutándose desde los 30 mm de longitud total. Los registros de tallas a lo largo en Agiabampo permanecen, o entran y salen en longitudes totales que van desde los 150 a 165 mm y maduran en el interior de las lagunas (Romero-Sedano *et al.*, 2004).

La condición ambiental de las lagunas del sur de Sonora, México ha sido muy estable en cuanto a los valores de salinidad en los últimos cuarenta años (Romero-Sedano *et al.*, 2004). Loesch (1980) en sus muestreos de 1977 hace referencia a mínimas variaciones de salinidad de 35.5 a 38 ups en el ciclo anual en el Estero del Soldado, Sonora. Licea-Duran (1974) y Signoret de Brailovsky (1975) encontraron valores de salinidad similares a los registrados durante este estudio en la laguna costera de Agiabampo. Por tanto la laguna Agiabampo no ha pasado de ser una laguna de agua salobre a marina. La temperatura y migración mostró una tendencia negativa lo que indica que las tallas grandes a bajas temperaturas tienen facilidad a desplazarse a las zonas más profundas. Las correlaciones fueron bajas por lo que la explicación es nula en el sentido de cuales variables describen la tendencia a migrar. La migración no indica un patrón hacia fuera de la laguna una vez que el camarón alcance la talla de reclutamiento o la talla de primera madurez (Romero-Sedano *et al.*, 2004). La dispersión de las tallas que tienden a ocupar otras zonas se asocian a otros atributos del cuerpo lagunar y la plataforma, principalmente zonas más profundas. En este trabajo se confirma que las poblaciones de camarón café en contacto o habitando cuerpos de agua en comunicación permanente al océano este pueden entrar y salir de las aguas costeras a la zona litoral adyacente. O bien ser arrastrado por las corrientes como lo infiere Romero-Sedano *et al.*, (2004) el punto en discusión es que hay intercambio entre estas dos zonas a tallas mayores que las que previamente consideradas en la literatura de camarón café.

4.2.5. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS EN LA COSTA Y TALLA DE PRIMERA MADUREZ

En la literatura revisada sobre reproducción de camarón no se encontró la aplicación del índice de producción de huevos en camarón café, para estimar el proceso reproductivo hasta antes de Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2006). Tomando en cuenta el hecho de que el porcentaje de hembras maduras como un índice de la población reproductora es sesgado. García (1985) recomendó emplear al menos otros indicadores de la reproducción.

La mayor abundancia de hembras maduras de camarón café se encontró en mayo, que representó el 44 % del total de las hembras, con talla de 161 mm o superiores por lo que de acuerdo a la cantidad de óvulos que una hembra puede producir es de 800,000 ó más óvulos cada una (Barreiro-Güemez, 1986). En los meses de julio a agosto este porcentaje es menor. Este resultado contradice lo propuesto por Leal-Gaxiola *et al.* (2001) para el periodo de 1979 a 1994 en la zona comprendida de Agiabampo a Kino, Sonora refiriéndose al periodo de cuando se realiza la reproducción del camarón café. Además la abundancia y talla de las hembras maduras son un factor determinante para determinar la reproducción, medido como la producción de huevos potenciales en un periodo. El uso del porcentaje de hembras maduras, como se demuestra aquí, sesga los resultados hacia un periodo diferente del máximo porcentaje de hembras en reproducción.

De acuerdo a los resultados encontrados en el presente trabajo, el proceso reproductivo coincide con el tiempo en que inicia el incremento de las temperaturas, las

hembras desovan en respuesta a un aumento en la temperatura, así el producto del desove se sincronizan en tiempo para superar las primeras etapas de su desarrollo en condición de mayor calor acumulado. Como se ve en los resultados la mayor abundancia de hembras maduras, y la mayor talla de las mismas se presenta en mayo. Por tanto también la mayor producción de huevos se encuentra en este mes. De acuerdo con Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1994) y Riera *et al.* (2000) 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 adyacente a la región de Agiabampo. Por tanto la mayor producción de huevos se acopla a las condiciones del hábitat para asegurar condición y refugio en las fases larvales.

En el presente estudio se encontró que la talla de primera madurez de camarón café fue de 165 mm de longitud total en el exterior de la bahía concurda con lo mencionado por Mathews (1981) y Leal-Gaxiola (1999) para la zona de Puerto Peñasco. Sin embargo, 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 la laguna de Agiabampo 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).

La combinación del porcentaje de hembras maduras con la fecundidad, abundancia y las tallas de hembras maduras se recomienda para las especies de camarones por diversos autores. No se encontraron estudios que establecieran la relación entre los índices anteriores para el camarón azul, pero el índice se había usado por García (1985), Courtney y Masel (1997) y Oh y Hartnoll, (999). El periodo de reproducción masiva de camarón azul estimado con el índice de producción de huevos mostró que es de mayo hasta julio. El mes de mayo se calculó un 66 % de hembras maduras en este estudio. Otros estudios reportan durante el mismo mes, la actividad de hembras en reproducción para Guaymas y Puerto Peñasco de un 90% y 66% en Mazatlán. Aragón-Noriega (2005) recomienda tener precaución cuando se usan estos porcentajes individuales dada la limitada capacidad en describir el proceso reproductivo de la especie de camarón. Un porcentaje de 66% hembras maduras y de talla grande (201 ± 3 mm) en mayo no coincide con la mayor abundancia en julio lo que sugiere la necesidad de conjugar al menos otros dos indicadores del proceso reproductivo y no solamente el porcentaje de hembras maduras.

La talla de primera madures de camarón azul fue de 172 mm y es muy similar con la reportada para la especie en la zona de Guaymas y Puerto Peñasco (175 mm) por (Mathews 1981). La talla es más grande que la capturada con artes de pesca comercial,

sugiriendo que las hembras de camarón no han realizado la primera reproducción antes de ser capturadas. Esta talla de captura llevará a la larga a las poblaciones a un nivel de sobrepesca del reclutamiento (Gracia, 1996). No se han realizado reportes de sobrepesca del reclutamiento para camarón azul, pero desde 1967 la talla de primera madurez se ha mantenido más grande que la longitud de las capturas comerciales. Todo lo anterior resalta la importancia de comprender el proceso reproductivo de las especies y no solamente estimar el periodo reproductivo.

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 estos 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.

4.2.6. Conclusión: El uso del hábitat de las lagunas áridas por los camarones peneidos

La contribución de este estudio radica en describir las características de la biología de las especies de camarón café, azul y blanco en la lagunas de Sonora y Sinaloa. De

acuerdo a los resultados encontrados mostraron suficiente evidencia de que el camarón café use las lagunas costeras como hábitat para el reclutamiento, crecimiento y madurez, pero la existencia de hembras maduras en las zonas profundas de las lagunas requiere una explicación (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2007) que aun no se tiene. Los autores Romero-Sedano *et al.* (2004) aducen a dos hipótesis: 1) las hembras maduran en el interior y salen a desovar 2) hembras se acercan a desovar y son arrastradas por las corrientes. La laguna costera de Agiabampo tiene la característica que se encuentra en comunicación permanente al mar situación fundamental para que las anteriores suposiciones se cumplan.

Se encontró evidencia que sugiere que la población de camarón café puede madurar y desovar en el interior del sistema. Igual se observan hembras maduras de camarón azul y blanco al interior de esta laguna, así como la presencia de hembras de tallas grandes con posibilidades de madurar en las lagunas. Cualquiera que sea la razón el hecho es que se observaron dentro del sistema lagunar de Agiabampo y Navachiste, hembras maduras de camarón café lo cual es un nuevo conocimiento en el uso del hábitat lagunar por parte de esta especie. Esto mismo es importante para el manejo de la especie como recurso pesquero ya que con el propósito de administrar el recurso camarón en forma apropiada es necesario entender la dinámica de cada una de las poblaciones que forman esta pesquería.

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). Estos autores también concluyen que el camarón es abundante en la costa este del Golfo de California debido a producción primaria 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.

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; 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. Además de encontrar hembras maduras en el interior de la laguna la mayor disponibilidad de espacio se da en el área cercana de la plataforma. Los tiempos de reproducción se

desfasan un mes en promedio, las tres especies comparten hábitat y una estrategia ecológica puede ser el desfase en los periodos reproductivos como el uso del hábitat.

4.3. PROPUESTAS DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN AGIABAMPO SINALOA/SONORA

4.3.1. Integración de la información biológica

El análisis con la producción de huevos, edad de madurez, biomasa y estructura de tallas se usó para destacar la importancia de integrar variables de la ecología, reproducción y de manejo del camarón, para sugerir adaptaciones al actual esquema de explotación del recurso camarón.

El manejo actual está diseñado en la estrategia para que los adultos se reproduzcan y los jóvenes se les permitan crecer hasta tallas comerciales. Sin embargo, el esfuerzo incide principalmente sobre individuos inmaduros y de tallas pequeñas (Alcántara-Razo, 2005), lo que se contrapone a la estrategia tradicional de proteger a la porción de la población que aún no se reproduce. La talla de primera madurez (L_{50}) representa la talla a la cual por lo menos el 50% de las hembras están en posibilidades de alcanzar la madurez. La pesca deberá incidir sobre la fracción de la población que ya se ha reproducido o de talla superior a la edad de primera madurez. Las tallas en las tres especies que 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 propuesto de vedas 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 50% del 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 a la L_{50} . La tendencia del índice de producción de huevos indicó que en un periodo de dos meses (abril y mayo) se alcanza el 50% del total anual, lo que, de acuerdo a criterios para el manejo de pesquerías basados en puntos de referencia biológicos, indica que a partir de junio es posible extraer biomasa sin afectar el potencial reproductivo de la población.

4.3.2. Puntos de referencia biológicos

Los puntos de referencia biológicos están destinados a proporcionar una guía con relación a la ordenación y nunca un sólo punto de referencia biológico puede servir como un objetivo universal. 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" dónde 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 (*e.g.* una biomasa de desove peligrosamente baja) o con alguna condición máxima (una alta tasa de declinación del tamaño de la población o una 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 muchos 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 (figura 76).

Varios investigadores han mostrado las ventajas de fijar el nivel de esfuerzo pesquero contra la opción a cuotas fijas de captura Hannesson (1993). Beddington y May (1977) hacen la observación 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.

4.3.3. Evaluación de alternativas de pesca

En términos relativos el esfuerzo debe bajar, pero los rendimientos económicos aumentarían ya que de manera potencial se tendría acceso a 4 veces más biomasa que la

que actualmente se contempla y las tallas de pesca se incrementarían alrededor de 1 a 2 categorías comerciales. Un periodo inicial de captura, donde predomina el camarón azul y un poco de camarón blanco, con alto valor de esta producción, se da al inicio del actual sistema de captura. En un segundo periodo la captura es dirigida al camarón café durante los meses de noviembre a febrero. La captura por embarcación es muy variable hasta una semana antes de que se decrete la veda genérica de camarón.

Los mayores volúmenes de producción de camarón por el sector ribereño se presentan en la parte central del estado; en las Bahías de Navachiste, Santa María-La Reforma y Altata-Ensenada Pabellones. En estos tres sistemas se reporta en conjunto 4488 T.M. de camarón que representa el 63.5% de la producción estatal del sector ribereño. Sin embargo parte de esta producción es obtenida de manera ilegal. El 56.25% de las capturas tienen su origen en la zona litoral y los mayores porcentajes se registran también en la zona centro del Estado donde destacan Navachiste, Altata-Ensenada Pabellones y Ceuta, con casi un 80% de su producción obtenida en la zona litoral (Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2002).

La problemática del sector pesquero dedicado a la pesca del camarón en Sinaloa y Sonora, convergen distintos intereses, tiene que ver con la conjugación de una serie de situaciones, las cuales van desde la disminución de las capturas de camarón en bahías, esteros y en altamar, provocado por una infinidad de causas entre las que destacan; el incremento del esfuerzo pesquero en sus distintas modalidades, la modificación de las condiciones de los sistemas lagunares, que los hacen menos productivos, la actividad de las granjas acuícolas y la obsolescencia de la flota. Además de otros tipos de problemas; como los que tienen que ver con las formas organizativas del sector, la falta de apoyos financieros

institucionales, el endeudamiento creciente y el intermediarismo. Situación problemática, que ha traído como consecuencia inmediata la reducción de la temporada de pesca, la reducción de los ingresos per cápita, en términos de la normatividad existente, así como una politización permanente de la actividad pesquera.

Cuando analiza el criterio social (empleos) la mejor alternativa resulta la situación actual y en segundo lugar la propuesta de las cooperativas. La evaluación donde se pondera con mayor peso los criterios biológicos y ambientales ya sea por separado o en conjunto, la mejor alternativa resultó aplicar la normatividad vigente. Es probable que la propuesta 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 las cooperativas se fortalece con otras medidas como la delimitación de áreas de protección (no pesca) y uso de artes de pesca de menor impacto.

Es necesario continuar las investigaciones que establezcan las consecuencias de pescar en el litoral o bien cuáles deben de ser las medidas que han de tomarse para evitar daños que pudieran poner en peligro los recursos pesqueros. La realidad actual, es que la pesca del camarón ha reducido sus cifras en cierta medida y que el incremento del esfuerzo pesquero sigue siendo un problema mayúsculo no sólo para esta pesquería, sino que consecuentemente se extiende a otras más.

Como el camarón capturado en la bahía es más pequeño que aquel obtenido en la zona litoral, y el precio del producto 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 en la zona costera.

Sobre esa base se propone un periodo alternativo de vedas con duración de septiembre a mayo, permitiéndose la extracción del recurso únicamente de junio a agosto en la plataforma costera. El periodo alternativo incluye tanto los meses de crecimiento de los organismos, como aquellos meses de alta actividad reproductiva, de tal forma se permite que una mayor proporción de la población alcance la madurez sexual (ya que no se están capturando durante su fase de crecimiento) y se asegura la producción del 50% o más del total anual de huevos; adicionalmente, se estaría propiciando que durante la breve temporada de pesca se capturen principalmente organismos que sobrepasan la L_{50} .

4.4. CONCLUSIÓN FINAL

4.4.1. Biología de camarones

Se resume en tres aspectos la biología de los camarones en las lagunas de clima árido del noroeste de México: composición de tallas, uso del hábitat y la madurez dentro de lagunas.

La presencia del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), azul (*Litopenaeus stylirostris*) y blanco (*L. vannamei*), en el interior de las lagunas de Agiabampo y Navachiste en el Pacífico mexicano, desde juveniles hasta adultos, durante todos meses del año y en diferentes densidades, permite suponer que existen las condiciones para que las especies de camarón permanezcan a lo largo del año en las lagunas.

Los camarones con madurez gonadal avanzada encontrados en el interior de la laguna, en dos periodos del año, de las especies de camarón café, azul y blanco, indica la posibilidad de que ocurran desoves en el interior de la laguna, además del libre ingreso que puede presentar debido a la comunicación permanente con el mar. El ciclo de vida planteado representa la etapa donde se realiza una migración de juveniles para madurar y reproducirse en el mar, en las lagunas del Golfo de California se ha demostrado al menos, la existencia de hembras maduras al interior de las lagunas de Agiabampo. Condición que no se consideraba en las especies de peneidos del Pacífico mexicano.

La composición de tallas promedio no difiere significativamente en la laguna y plataforma, pudiendo obedecer a un libre ingreso y salida de la laguna a la plataforma y/o viceversa; o posiblemente se trate de dos poblaciones de camarón cada una ocupando un espacio en la laguna y el mar. La utilización del hábitat por las poblaciones de camarones peneidos en lagunas de clima semiárido contrasta del encontrado en zonas con clima más tropical del Pacífico mexicano, donde las lagunas no tienen comunicación permanente con el Golfo de California y ambiente estuarino. La evidencia sugiere que las especies puede realizar el ciclo de vida en lagunas o en la plataforma costera.

Las diferencias entre especies de abundancia, tallas y época de reproducción indican las estrategias ecológicas diferentes de las especies. Existe por lo tanto la necesidad de adecuar el actual sistema tanto entre localidades como en las especies.

4.4.2. El uso del hábitat de las lagunas áridas por los camarones peneidos

Los juveniles de camarón café se mueven a la parte más profunda de los estuarios y salen al mar conforme ellos crecen, por lo que la profundidad puede estar involucrada en los movimientos de camarón en las lagunas con salinidad de variación mínima. Es probable que la migración resulte de un complejo de factores, pero en estas lagunas de Agiabampo y Navachiste la profundidad es una variable importante en la ecología del café (*Farfantepenaeus californiensis*), azul (*Litopenaeus stylirostris*) y blanco (*L. vannamei*).

El camarón azul y blanco las tallas más grandes fueron encontrados en la primeras profundidades de menos de 3 brazas de la zona de costa, decreciendo paulatinamente

conforme se incrementan las profundidades. En la laguna se invierte el comportamiento conforme las tallas se incrementan, sugiriendo una migración del mar a la laguna para estas dos especies. El comportamiento del camarón azul y camarón blanco con respecto a la profundidad nos hace suponer en algún momento de su ciclo migra hacia la costa, como sucede en lagunas temporales estuarinas.

El proceso reproductivo de las tres especies ocupa las mismas zonas del cuerpo lagunar, sólo difieren en la posición geográfica que ocupan y el tiempo. La explicación dada para este comportamiento fue la de la competencia interespecífica que Mathews (1981) mencionó y describió como el camarón en la costa de Sinaloa se desplaza entre diferentes profundidades durante el periodo reproductivo por presión en la competencia interespecífica. 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. Aquí se encontró que el camarón café tiende a buscar aguas profundas mientras crece y alcanza las tallas máximas reportadas de la especie. Si éste encuentra profundidades en relación a su talla al interior de la laguna, esta especie puede permanecer en la laguna y pueda llegar a madurar en Agiabampo.

Dall *et al.* (1990) clasificó cuatro tipos de ciclos de vida en base al lugar (ambiente) donde los adultos desovan y las postlarvas crecen; pasando del ambiente de estuarios, costa y océano. Los ciclos son sistematizados como: tipo I de especies completamente estuarinas, el tipo II Y III son una transición entre los estuarios y el océano, y el tipo IV son especies oceánicas. Con algún grado de traslape entre los ciclos consecutivos.

El ciclo de vida tipo II parece adecuado en describir al género *Litopenaeus* (azul y blanco); ambas especies cumplen dos condiciones en esta clasificación: los juveniles migran para dejar el estuario y los adultos desovan en la costa. En ambientes áridos, las postlarvas que desarrollan este ciclo se han encontrado en salinidades de hasta 60 ups.

Las especies que desarrollan el ciclo tipo III, son especies que prefieren ambientes de alta salinidad, en aguas costeras; la norma de la migración al océano de los juveniles y desove costero de los adultos no se cumple para las especies del género *Farfantepenaeus* (café). Resta precisar la variabilidad en las especies de camarones, inducida en ambientes de lagunas de comunicación permanente al océano y que habitan en los frentes costeros. Principalmente a la que se refiere a las especies pueden tener un intercambio constante entre las lagunas y el océano y/o se trata de dos poblaciones residentes. Importante para el manejo de las especies, pues influye en forma importante el proceso migratorio, cuando el recurso se explota y comparte por dos sectores sociales.

Los ciclos de vida de los peneidos poseen una dinámica que varía marcadamente entre y dentro de las especies, probable como resultado de las adaptaciones a los estadios del ciclo de vida que se desarrollan en una diversidad de ambientes donde las especies habitan.

4.4.3. Propuestas de manejo de la pesquería

La talla de captura, biomasa disponible y período reproductivo fueron los criterios utilizados para la propuesta de manejo alternativa a la pesquería de las tres especies de

camarones en la zona costera de centro de Sinaloa y sur de Sonora, zonas donde se generó la información para este análisis.

El índice de producción de huevos calculado para cada una de las especies (camarón café, azul y blanco) mostró que en sólo dos meses se alcanza hasta el 50% del total anual, contrario al periodo continuo reproductivo que se proponía por ejemplo la especie de camarón café, lo que hacía complicado definir con certeza periodos concreto de capturas para las especies dado el grado de traslape entre reproducción y crecimiento. En el camarón café, azul y blanco es posible adecuar la captura sin afectar el potencial reproductivo de la población, de acuerdo a criterios para el manejo de pesquerías basados en puntos de referencia biológicos, se permite que un alto porcentaje de las poblaciones generen más de la mitad del potencial reproductivo, a partir del mes de junio.

Se propone una veda alternativa a la que ahora se aplica en la pesquería de camarones, basado en información biológica que se generó con el índice de producción de huevos, biomasa presente y tallas de primera madurez. El esquema consiste en una época de veda que abarca de septiembre a mayo del siguiente año y dos o tres meses de captura, lo que permite proteger la porción de la población que no se ha reproducido; que se produzca más del 50% de los huevos respecto del total anual; capturar camarones de tallas por encima de la edad de primera madurez y acceder a mayores biomásas que potencialmente pueden incrementar los rendimientos.

Todo lo anterior orientado a la propuesta de capturar camarones adultos y que ya se han reproducido, son los que alcanzan un mayor valor en el mercado; permitiendo las

capturas principalmente en las zonas costeras adyacentes, dadas la disponibilidad de área de captura principalmente, además que se conoce que gran parte de la captura que es reportada como de origen de las lagunas por pescadores de la flota menor en realidad es captura de altamar a los que se ha nombrado como captura ilegal realizada por parte del sector que pesca en las lagunas costeras.

5. 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.
- 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
- 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. 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.; 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 californiensis* in the central Gulf of California. *Journal of Shellfish Research*. 26: 1-6.
- 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. *Hidrobiol.* 12(1):37-46.
- 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 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?. *Rev. Biol. Trop.* 48(4):867-871.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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 Cortés*. Hermosillo, Sonora, México, pp. 1-29.
- 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.
- 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.
- Blake, B. F. y A. Menz. 1980. Mortality estimates for *Penaeus vannamei* Boone from a Mexican coastal lagoon system. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 45: 15-24.
- 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. *J Hydrol.* 28:39-50.
- Burrola-Sánchez, M. S; D. Uriás-Laborín y F. Dorado-Villanueva. 2002. Simulación de circulación en el estero de Agiabampo, Informe Técnico Interno. Laboratorio Especializado de Manejo Costero, CIBNOR, S.C. Unidad Guaymas, Sonora, México.
- Cabrera, J. J. 1970. Informe sobre los programas de biología de camarón en los planes piloto Escuinapa y Yavaros (Report of the programmers 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.
- Četina, 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.
- 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. y Phleger, F. B. (Eds) Coastal lagoons A symposium. UNAM-UNESCO. México, 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 *Philocheiras 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.
- 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. Mar. Ecol. Prog. Ser. 148:37-47.
- 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.
- 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. 489 pp.
- Del Valle-Lucero, I. 1989. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 266 pp.
- 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 Mar. Sci. Symp., 199: 370-378.
- Díaz de León-Corral, J. A. 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.
- Ecoproyectos. 2000. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular, para la rehabilitación de la zona estuarina de la bahía de Navachiste, Sinaloa. Dirección General de Infraestructura Pesquera. Dirección de estudios y Proyectos.

Subsecretaria de Pesca. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.

Edwards, R. R. C. 1978. The fishery and fisheries biology of the penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 145-180.

FAO, 2005. Anuarios de Estadísticas de pesca. Cuadros resumidos 2003. Producción pesquera: estimación del valor por grupos de especies. 3 p. <http://www.fao.org/fi/statist/statists.asp>).

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-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. 188-206 pp.

García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

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.

- Garcia, 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.
- Garcia, S. 1988. Tropical Penaeid prawns. En: Gulland J. A. (ed) Fish Population Dynamics. Jhon Wiley. Chichester. 219-249 pp.
- Garcia, S. y L. Le Reste. 1987. "Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros". FAO Doc. Téc. de Pesca No. 203 p.
- 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.
- 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. Mar. Ecol. Prog. Ser. 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.
- Gracia, A. 1996. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. Mar. Fresh. Res. 47: 59-65.

- 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.
- Hannesson R. 1993. Optimal catch capacity and fishing effort in deterministic and stochastic fishery models. *Fishery Research (Amsterdam)* 5:1-21.
- Hayes, B. D. 2000. A biological reference point based on the Leslie matrix *Fish. Bull.* 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, E. A. 1988. Camarón del Pacífico. *Los Recursos Pesqueros del País*. Instituto Nacional de la Pesca XXV aniversario. SEPESCA, México 303-312 p.
- 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 Coop. Res. Rep., 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.
- 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 edición. 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 sonorenses. 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-Vázquez 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.
- Licea-Duran, S. 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la Laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 1(1): 99-157.
- Lluch-Belda, D; S. Guzmán 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 Técnico 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.
- 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.
- 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. 2000. Dinámica de la pesquería de camarón café (*Penaeus californiensis*) en el litoral sonorenses y su relación con algunos parámetros

océano-atmosféricos. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 161 pp. +anexo.

López-Martínez, J; C. Rabago-Quiroz, M. O. Nevarez-Martínez, A. R. Garcia-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. 209-219 pp.

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. y A. Brooks. 1997. Size and age at first maturity of the California halibut, *Paralichthys californicus*, in the Southern California Bight, USA. *Fish Bulletin*. 174:167-174.
- 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.
- 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.
- 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.
- Manzano-Sarabia, M. M. 2003. Distribución y abundancia del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en el sistema lagunar de Agiabampo, Sonora-

- Sinaloa, México. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 76 pp.
- 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.
- Menz, A. y B. F. Blake. 1980. Experiments on the growth of *Penaeus vannamei* Boone. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 48: 99-111.
- 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. 27-36 pp.
- 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. *J. Crustacean Biol.* 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.
- 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 Mazatlan, Sinaloa and San Blas, Nayarit, Mexico) V. Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, México, octubre 1974.
- 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.
- Pauly D. y F. Arreguín-Sánchez, 1995. Improving Shepherd's length composition análisis (SLCA) Method for Growth parameter estimation. *NAGA-ICLARM QUATERLY*. 18(4):31-33.

- Pérez-Farfante, I. 1988. Illustrated key to penaeid shrimps of commerce in the Americas. NAOO Technical Report NMFS 64. Abril 1988.
- Poli, C.R. y J. A. Calderón-Pérez. 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. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 14(1): 29-44.
- Quinn II T.J; R.M. Fagen y J. Zheng. 1990. Threshold management policies for exploited populations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 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 sonoreense. 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. Cienc. Mar. 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 Res. Doc. 74/31. 16 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. Mar. Ecol. Prog. Ser. 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 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. 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. 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. y F. J. Rosales Juárez. 1975. Los camarones del noroeste de México. INP/ SI. 60 pp.
- Rodríguez-Domínguez, G; N. Castañeda-Lomas, J. A. Félix-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, Universidad Autónoma 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. Gonzáles 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, 2001. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 260 p.
- SAGARPA, 2004. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 268 p.
- Santamaría del Ángel, E; S. Álvarez-Borrego y F.E. Müller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J Geoph. Res.* 99:7411-7421.
- Scheiner, S. M. y J. Gurevitch. 2001. Design and analysis of ecological experiments. Oxford University Press, inc. New York. 415 pp.
- Sephard, F. P. 1973. Revised classification of marine shorelines. *Journal of Geology*. 45: 602-624.
- 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.
- Signoret de Brailovsky, J. 1975. Plancton de lagunas costeras XIII. *Pleurobrachia bachei* Agassiz, de la laguna de Agiabampo. *Rev. Latino-Amer. Microbiol.* 17: 249-254.
- 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.
- Solís, 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. Tesis de Licenciatura. 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 Autónoma 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. (Analysis 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 temperature in the Gulf 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.
- Urias-Laborin, D; F. Dorado-Villanueva y M. S. Burrola-Sánchez. 2002. Batimetría estero Agiabampo y mar adyacente. Informe Técnico Interno. Laboratorio Especializado de Manejo Costero, CIBNOR, S. C. Unidad Guaymas, Sonora, México.
- Valdés-Holguín, J.E. 1994. Variaciones diarias de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila a, en una laguna hipersalina del Golfo de California. *Cienc. Mar.* 20(2):123-137.
- 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. Arreola-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.
- Valenzuela-Quiñónez, W; E. A. Aragón-Noriega, J. A. Arreola-Lizárraga, H. M. Esparza-Leal y C. A. Salinas-Zavala. 2007. Pacific yellowleg shrimp *Farfantepenaeus*

californiensis on the continental shelf and adjacent lagoons: is there a response to change in depth? *Crustaceana*. (en prensa).

- Valenzuela-Quiñónez, W; J. A. López-Limón y E. A. Aragón-Noriega. 2004. Impacto del cultivo de camarón por succión de larvas de peces y camarón mediante el bombeo de granjas acuícolas en Navachiste, Sinaloa. *Hidrobiológica*. 14 (2): 105-112.
- Van de Braak, K. 2002. Haemocytic defence in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) Ph. D. thesis. Wageningen University. The Netherlands. 168 p.
- Vázquez, H. M. 1976. Distribución y densidad del camarón café, *Penaeus californiensis*, en la temporada 1974-75 Topolobampo, Sinaloa. (Distribution and density of brown shrimp, *Penaeus californiensis*, in the 1974-75 season at Topolobampo, Sinaloa). *Memorias, Simposio sobre Biología y Dinámica de poblaciones de Camarones, Guaymas, México*. 1: 377-384.
- Vicencio, M. D. 1979. Estudio ictiológico de dos lagunas costeras de la zona norte de Sinaloa, México. Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM. 116 p.