

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE
ENSENADA.**

**DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA.**

**EFFECTO DE ALGUNAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA
ABUNDANCIA RELATIVA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN AZUL
(*Litopenaeus stylirostris*) Y CAFÉ (*Farfantepenaeus californiensis*) EN EL ALTO
GOLFO DE CALIFORNIA.**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

presenta

GERARDO CASTILLO MORENO

Ensenada, Baja California, México. Marzo de 1999.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE
ENSENADA.

BIBLIOTECA
C I C E S F

DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA.

EFFECTO DE ALGUNAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA
ABUNDANCIA RELATIVA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN AZUL
(*Litopenaeus stylirostris*) Y CAFÉ (*Farfantepenaeus californiensis*) EN EL ALTO
GOLFO DE CALIFORNIA.

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

presenta

GERARDO CASTILLO MORENO

Ensenada, Baja California, México. Marzo de 1999.

RESUMEN de la tesis de Gerardo Castillo Moreno, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México. Marzo de 1999.

EFFECTO DE ALGUNAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA ABUNDANCIA RELATIVA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN AZUL (*Litopenaeus stylirostris*) Y CAFÉ (*Farfantepenaeus californiensis*) EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA.

Resumen aprobado por

Dr. Luis E. Calderón Aguilera
Director de tesis

Se analiza la abundancia de las postlarvas (PL) de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el Alto Golfo de California (AGC) con respecto a algunas variables ambientales. Se realizaron muestreos simultáneamente en San Felipe, B.C. y Santa Clara, Son., durante los flujos de marea a intervalos discretos de tiempo (cada hora), abarcando de luna llena a luna nueva (15 días continuos) en el pico reproductivo de ambas especies de camarón, durante 1995 y 1996. Los arrastres se realizaron manualmente (red de plancton de luz de malla de 505 μ), a 1 m de profundidad promedio. Se detectó por primera vez la presencia de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la zona. La composición por especies no difirió mucho entre localidad ni entre campaña. La abundancia de las PL presentó relación con el ciclo nictimeral, con las colectas mayores durante la noche. Las abundancias mayores se registraron alrededor de cuarto menguante (CM), cuando el intervalo de variación del nivel de marea fue mínimo. En un flujo de marea la mayor abundancia se observó en la segunda mitad. La interacción de la fase lunar y el ciclo nictimeral sobre la abundancia de PL fue significativa; las abundancias diurnas y nocturnas antes de CM fueron iguales, con diferencias significativas después de CM, siendo la colecta nocturna superior. Con base en la edad de los organismos colectados (PL2 a >PL36 y juveniles) y algunas características ambientales de la zona, se postula que la zona costera actúa como área de crianza de PL de camarón al igual que la zona del Delta del Río Colorado. No se encontró relación entre la variación de la abundancia con la salinidad y temperatura.

Palabras clave: Postlarva, camarón azul, camarón café, Alto Golfo de California, variables ambientales

EFFECT OF SOME ENVIRONMENTAL VARIABLES ON THE RELATIVE ABUNDANCE OF BLUE (*Litopenaeus stylirostris*) AND BROWN (*Farfantepenaeus californiensis*) SHRIMP POSTLARVAE IN THE UPPER GULF OF CALIFORNIA.

ABSTRACT

The variation of the species relative abundance of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and brown (*Farfantepenaeus californiensis*) shrimp postlarvae (PL) in the Upper Gulf of California with respect to some environmental variables was analyzed. The samples were taken simultaneously in San Felipe, B. C. and Santa Clara, Son. during both flood tides from a tide diurnal cycle in discrete time intervals. The sampling occurred from full moon to new moon (15 days) during the reproductive peak of both shrimp species. The tows were made manually (plankton net of 500 μ mesh size) in a 1 m mean depth. The presence of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) was first reported in the area. The species composition was not different between both locations and years. The abundance of PL seems to have a relation with the circadian cycle, with the maximum collecting at night. The maximum abundance was detected around the waning moon when the variation range of tidal level was minimal. In a flood tide the maximum abundance were detected in the second half. The lunar phase and circadian cycle interaction on the abundance were significant: the day and night abundance before the waning moon were equal, with significant differences after the waning moon, with the higher abundance at night. Based on collected PL age (PL2 to >PL36 and juveniles) and some environmental characteristics of the area, it is postulated that the coastal zone of San Felipe and the Colorado River Delta act like nursery. There were no relation between the species relative abundance and the salinity and temperature.

Keywords: Postlarvae, blue shrimp, brown shrimp, Upper Gulf of California, environmental variables

DEDICATORIA

A TERESA[†], la mujer que amé, a mi fiel amiga y
compañera, donde quiera que se encuentre
gracias por todo...

A mis padres y hermanos,
Por todo el apoyo brindado y su gran solidaridad,
especialmente a mi madre por su gran amor...

A toda mi familia, esa familia enorme de corazón
apodados en el caló Corerepeño
"Los Moreno"...

AGRADECIMIENTOS:

A mi director de tesis Luis E. Calderón Aguilera por el apoyo brindado.

Al comité de tesis, por los comentarios y sugerencias hacia el manuscrito, el Dr. Saúl Alvarez Borrego y S. Guido Marinone Moschetto.

A mis compañeros y amigos de generación Hector, Branly, Felipe, Marco, Gilfredo, Martín, Diana y Patricia, especialmente a mi amiga Edwynna quien me ha brindado todo su apoyo de manera incondicional, gracias por todo camarada!.

A todos aquellos que me han brindado su amistad, entre ellos Esperanza, Verónica, Ana María Escofet, Marina, Cristina, Sara, Sarita, Alejandro, Laura, al fucking Cabo, Cesar Almeda, a todas las secretarias del CICESE que me han brindado su apoyo, personal de biblioteca y a muchísimas personas más...

A mi camarada Wences, cuya amistad la entrega sin miramientos...

A Jesus, Lulu y Rosy por su apoyo incondicional en recientes fechas, quienes saben ser buenos amigos.

A mi camarada May Ku quien me monitoreo a distancia via e-mail, cuando me desconectaba de este mundo.

A la Dra. Ma. Luisa Argote por su apoyo brindado durante la convalecencia de mi esposa.

A todos mis maestros, por que gracias a su apoyo he alcanzado otra meta.

Al Centro de investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada por el apoyo brindado durante mi estancia y el apoyo hacia mi familia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ya que sin su apoyo económico se hubiese visto truncada mi superación profesional.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
I.1 Antecedentes	3
I.2 Objetivos	8
II. MATERIAL Y MÉTODOS	10
II.1 Área de estudio	10
II.2 Trabajo de campo	12
II.3 Trabajo de laboratorio	14
II.4 Análisis de datos	15
III. RESULTADOS	19
III.1 Salinidad, temperatura y viento	19
III.2 Composición y abundancia relativa específica	25
III.3 Variación nictimeral y lunar de la abundancia relativa específica	31
III.4 Variación mareal de la abundancia relativa específica	35
III.5 Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax	40
III.6 Longitud promedio del cefalotorax	47
III.7 Composición porcentual del número de dientes dorsales rostrales	51
III.7.1 Edad según el número de dientes dorsales rostrales	53
IV. DISCUSIÓN	54
V. CONCLUSIONES	68
LITERATURA CITADA	69



LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Área de estudio. Las zonas de muestreo están indicadas con una estrella.	11
2	Perfil de la zona litoral, método de arrastre y características de la red utilizada para la colecta de postlarvas de camarón.	13
3	Salinidad promedio, máxima, mínima y error estándar por fecha de muestreo en San Felipe durante 1995 y 1996. El círculo negro corresponde a luna llena.	20
4	Temperatura promedio, máxima, mínima y error estándar por fecha de muestreo en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. El orden de los promedios por localidad no implica desfase en el tiempo.	21
5	Variación temporal del viento en las localidades señaladas.	22
6	Composición porcentual específica de postlarvas de camarón en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. El área rayada con líneas horizontales indica colecta de postlarvas nula.	26
7	Abundancia relativa específica horaria de postlarvas de camarón. La abundancia negativa indica periodo nocturno. Notar escala diferente entre localidad y año. Para apreciar mejor la ARE de Santa Clara en 1996 se expresó en $\text{LOG}_{10}(X+1)$.	27
8	Abundancia promedio estandarizada de postlarvas de camarón azul y café por hora del flujo de la marea en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996.	36
9	Abundancia relativa promedio de postlarvas de camarón azul y café e intervalo de variación del nivel medio de marea (IVNMM) por fecha de muestreo en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. Línea interrumpida indica el nivel promedio de la marea durante el periodo de muestreo.	37
10	Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. La frecuencia relativa negativa indica Santa Clara.	41

- | | | |
|----|---|----|
| 11 | Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón azul en San Felipe y Santa Clara durante julio de 1995. n = 2675 y 959 respectivamente. Se indica el día del mes. | 42 |
| 12 | Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón café en San Felipe y Santa Clara durante julio de 1995. n = 2946 y 839 respectivamente. Se indica el día del mes. | 43 |
| 13 | Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón azul en San Felipe y Santa Clara durante junio y julio de 1996. n = 4964 y 1382 respectivamente. Se indica el día del mes. | 44 |
| 14 | Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón café en San Felipe y Santa Clara durante junio y julio de 1996. n = 4617 y 1317 respectivamente. Se indica el día del mes. | 45 |
| 15 | Longitud promedio y error estándar del cefalotorax de postlarvas de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. | 48 |
| 16 | Longitud promedio y error estándar del cefalotorax de las postlarvas de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. | 49 |

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Número de dientes dorsales rostrales (DDR) del cefalotorax de camarón azul y café por día de cultivo en el laboratorio.	15
II	Periodo que abarca la división de la fase lunar para efectos del análisis de la abundancia relativa de postlarvas de camarón con respecto a ésta variable ambiental.	18
III	Comparación de la abundancia relativa de postlarvas de camarón azul y café entre el periodo lunar de antes y después de cuarto menguante y el ciclo nictimeral en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996.	32
IV	Coeficiente de correlación entre la abundancia relativa de postlarvas de camarón azul y café e intervalo de variación del nivel de marea predicho. Se indica lugar y año. Nivel de significancia entre paréntesis.	38
V	Composición porcentual del número de dientes dorsales rostrales de las postlarvas de camarón azul y café de San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996.	52
VI	Número de dientes dorsales rostrales (DDR) de las postlarvas capturadas en la zona de estudio, edad asignada (EA) y días transcurridos desde el desove (DTD). Inferido de los datos aportados por A. Aragón Noriega y H. Licón González.	53

EFECTO DE ALGUNAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA ABUNDANCIA RELATIVA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN AZUL (*Litopenaeus stylirostris*) Y CAFÉ (*Farfantepenaeus californiensis*) EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA.

I. INTRODUCCIÓN

La pesquería de camarón en México y en particular en el Golfo de California es muy importante, por el alto rendimiento en la captura y el precio que alcanza en el mercado. Éste recurso aporta la mayor cantidad de divisas en el sector pesquero y en el litoral del pacífico mexicano genera cerca de 35,000 empleos. En particular en el Golfo de California existen 267 cooperativas establecidas (Calderón Aguilera y Burgueño Aburto, 1993).

La captura del recurso camarón en la plataforma continental y en aguas interiores (bahías, marismas y esteros) se realiza mediante una pesquería industrial y artesanal. La pesca en la plataforma continental se lleva a cabo con redes de arrastre operadas con embarcaciones de 20 a 30 m de eslora con motores de 243 a 343 HP. En aguas interiores se realiza con diversos artes de pesca, aunque predomina el uso de atarrayas. En los sistemas estuarinos al SE del Golfo de California (Sinaloa y Nayarit) el camarón se captura con un sistema denominado tapos. Éstos se orientan perpendicularmente a la boca de los esteros para capturar el recurso, al bloquear su paso cuando emigran hacia el mar. Este sistema data a la pre-conquista de México, i.e., al siglo XV por lo menos (Mathews, 1981).

La aplicación de políticas de explotación erróneas y pocos expertos en el área marina de la zona inter-tropical, propiciaron la sobre-explotación del recurso camarón (García y Le Reste, 1986).

En el Alto Golfo de California (AGC) se capturan dos especies de camarón de importancia comercial: azul (*Litopenaeus stylirostris*) y café (*Farfantepenaeus*

californiensis). El registro de la captura de camarón en San Felipe, B.C. se resume en dos periodos: de 1976 a 1988 con capturas superiores al promedio histórico (>416 ton) y de 1989 a 1997 con capturas por debajo de éste. En 1989 se inició un declive en la pesca de camarón, registrándose la captura mínima de 217 ton en 1992. Esta caída en la producción se debió a una baja en la captura de camarón azul, el cual predominó en la captura hasta 1989, mientras que la captura de camarón café se incrementó un poco con respecto a sus niveles anteriores. Es hasta 1995 cuando la captura de azul empezó a recuperarse, alcanzando las 281 toneladas (Sierra y Zárate, 1998). Hasta la fecha las capturas no se han recuperado y están por debajo del promedio histórico.

La reproducción de los camarones peneidos se lleva a cabo en la plataforma continental. Los camarones peneidos son desovadores parciales y presentan dos picos de reproducción anuales (Penn, 1980; Del Valle, 1989). Los camarones tropicales son organismos altamente fecundos, en una puesta llegan a desovar entre 50,000 a 1,300,000 huevos. El desove dura unas cuantas horas (Dall *et al.*, 1990). Después de la eclosión se inicia un largo y complicado proceso de desarrollo que comprende las fases larvianas de nauplio, zoea, misis y postlarva (PL; Dall *et al.*, 1990). En la fase de PL migran hacia aguas estuarinas para permanecer en ellas hasta la etapa de pre-adulto, a partir de la cual inician su retorno al mar en donde se lleva a cabo la reproducción. En este momento ya se considera un adulto.

La sobrevivencia durante los estadios larvianos es responsable de la variación interanual del reclutamiento de peces marinos y poblaciones de invertebrados (Cushing, 1975). El entendimiento de la migración larval al área de crianza y la identificación de los factores que lo afectan, es un punto clave en la relación stock reclutamiento. En este

contexto, el reclutamiento se refiere a la incorporación de los organismos de un desove a la población adulta (García, 1988). Por otro lado el reclutamiento puede definirse como el ingreso de organismos a un determinado stock (organismos con características similares) o a un lugar, por ejemplo: reclutamiento al stock reproductivo o al área de crianza.

Las fuentes de variación del reclutamiento a las que más se asiste son: (a) interacciones tróficas, por ejemplo, efectos de la depredación o muerte por inanición, (b) dispersión no favorable a través de transporte advectivo durante el desarrollo pelágico (Cohen *et al.*, 1988) y (c) la influencia de los factores ambientales.

Es importante determinar esta última fuente de variabilidad es decir, el conocimiento de cómo algunos factores ambientales influyen sobre la abundancia de las fases larvarias de camarón, pueden ayudarnos a sentar las bases de un modelo predictivo de la magnitud de la producción camaronera y permitir establecer un manejo adecuado que garantice la conservación del recurso.

El objetivo de este trabajo es probar la hipótesis de que existe relación entre las variables ambientales y la abundancia de PL de camarón, y de existir esta relación como se da en la zona. Para probar lo anterior se realizaron colectas de PL de camarón azul y café en dos localidades del Alto Golfo de California, a la par se registraron algunas variables ambientales (salinidad, temperatura, velocidad y dirección del viento, ciclo nictimeral, intervalo de variación de la marea y fase lunar).

I.1 Antecedentes

El transporte de larvas y PL de camarón desde el área de desove hasta la costa, y su posterior ingreso al área de crianza, ya sea canales en la costa o esteros, se da a través de un

complejo y poco comprendido mecanismo que involucra procesos (a) conductuales: migración vertical y reacción a diferencias en la salinidad (Hughes, 1969 y Rothlisberg, 1982), además de (b) factores hidrodinámicos como la corriente litoral, corriente de marea, oleaje (Calderón Pérez y Poli, 1987; Hughes, 1972) y (c) factores atmosféricos como viento (Jones *et al.* 1970; Staples y Vance 1985).

Castillo Moreno *et al.* (1992), Dall *et al.* (1990), García y Le Reste (1986), Jones *et al.* (1970), Lhomme (1979), y Rothlisberg (1982), reportaron que generalmente la abundancia de PL de camarón en la zona litoral es más elevada por la noche que durante el día.

Forbes y Benfield (1986b) encontraron en Sudáfrica la mayor concentración de PL de *P. japonicus* durante la noche, mientras que *P. indicus* se mostró igualmente activo durante el día y la noche.

Mair *et al.* (1982) reportaron que la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón blanco y rojo en el sistema Huizache-Caimanero fueron similares.

Rothlisberg (1982) realizó muestreos de las diferentes fases larvarias de *P. merguensis* a profundidades discretas (0, 5, 10, 15 y 20 m) en el Golfo de Carpentaria de Australia, colectando organismos desde la fase larvaria zoea hasta PL. Este mismo autor reportó que estos organismos tienen capacidad de migrar verticalmente a partir de zoea, que ésta se incrementa con el desarrollo larvario y puede estar ligada al arribo de las PL al área de crianza. Señaló que las PL tienen la capacidad de recorrer en un ciclo diurno los veinte metros de profundidad, permaneciendo generalmente en la superficie durante la noche y en el fondo durante el día, también encontró que la distribución a través de la columna de agua fue variable y dependió fuertemente de la penetración de la luz.

Hill (1994) sugirió que las migraciones verticales de PL están sincronizadas con el ciclo de nictimeral y no con la marea. Esto puede explicar las distancias que recorren tomando en cuenta su pequeño tamaño, ya que si una PL emigra a las capas superiores y coincide con una masa de agua cuya dirección favorece su transporte al área de crianza, podría arribar en un tiempo menor.

Edwards (1978), García (1977), García y Le Reste (1986), Roessler, *et al.* (1969), Roessler y Rehner (1971), Siu Quevedo (1995) y Subrahmanyam y Rao (1970) registraron la mayor abundancia de PL de camarón alrededor de luna nueva (LN) y han sugerido que la abundancia de PL se ve influenciada por la iluminación inherente a la fase lunar. Macías Regalado (1973) también registró la máxima abundancia de PL de camarón blanco en LN y propuso que el ciclo lunar influye en la fisiología del desove.

Por el contrario, Eldred *et al.* (1965), Flores Gutiérrez (1986), Racek (1959) y Subrahmanyam y Ganapati (1971) localizaron la máxima abundancia de PL de camarón en luna llena (LL), atribuyéndolo también a un aumento en el desove.

La respuesta de las PL de camarón a cambios en la salinidad del agua ha sido documentada por varios autores (Hughes, 1969; Mathews, *et al.*, 1991; Young y Carpenter, 1977). Poli (1984) en estudios sobre camarones peneidos en la boca del Río Baluarte, Sinaloa no observó relación entre la abundancia de PL y la salinidad.

Hughes (1969) estableció en experimentos de laboratorio que PL y juveniles de camarón responden a cambios de salinidad. Por ejemplo, entre salinidades de 28 y 30 nadan en contra de la corriente. A salinidades menores de 10 cambian de dirección nadando a favor de la corriente de una a dos horas después de disminuir la salinidad. Éstos experimentos demostraron que los cambios en la salinidad tienen efectos muy variados en

el comportamiento de los camarones y que el nivel de la marea al momento de colectar los animales, así como también el tiempo que permanecen en las tinas experimentales, influyen en el comportamiento de las PL.

Staples y Vance (1985) en muestreos en el Golfo de Carpentaria, concluyeron que la abundancia de *P. merguensis* está más relacionada con la fase de marea que con la salida y puesta de la luna, o sea la fase lunar por sí sola.

Félix Ortiz *et al.* (1991), Forbes y Benfield (1986b) y Mair *et al.* (1982) coincidieron en que la mayor abundancia de PL de camarón en el ciclo de marea se presenta durante la pleamar.

García y Le Reste (1986) concluyen que la mayoría de los casos las PL de camarón ingresan a su área de crianza con el flujo de la marea preferentemente por la noche en LN. Poli (1984) sugiere que en el transporte de larvas y PL del área de desove a la zona de litoral influyen principalmente la marea, viento y oleaje, y que una vez que las PL se encuentran en la costa, la corriente litoral ayuda al transporte de ellas a la boca de esteros y éstas son introducidas hacia el estero por el flujo de marea.

Mair *et al.* (1982), Racek (1959) y Soto López (1969) concluyeron que el desplazamiento de PL a la costa fue influenciado por la dirección del viento y que éstas se auxiliaron de las corrientes de marea en su movimiento hacia aguas interiores.

En el área del AGC son escasos los trabajos sobre la biología y dinámica poblacional del camarón. Poco se conoce de la influencia de los factores ambientales sobre la abundancia, distribución y mecanismos de dispersión de PL de camarón y como afectan su establecimiento en el área de crianza.

Félix Pico y Mathews (1975) en muestreos en la zona de canales del AGC y zona marina (hasta 26 m de profundidad), encontraron que el camarón azul es mucho más abundante que el café. Además, registraron la mayor abundancia de camarón azul y café en aguas someras con fondos lodosos en el estero del Río Colorado y pegado a la costa a menos de 11 m de profundidad. Sugieren que el camarón azul pequeño se mantiene en aguas someras desplazándose a lo largo de la costa con las mareas, evitando los canales hasta alcanzar un cierto tamaño. Concluyen que en la zona estudiada el camarón café es de mucha menor importancia.

Rodríguez de la Cruz (1976) realizó muestreos verticales cerca de la costa, de 10 m a la superficie durante la veda de camarón en 1975 (junio-agosto). Sus muestreos comprendieron desde el Río Fuerte, Sinaloa hasta la desembocadura del Río Colorado, B.C. Este autor reportó que los estadios de mysis y PL parecen estar homogéneamente distribuidos con respecto a la profundidad durante los tres meses de campaña, por lo que sugirió que el reclutamiento a la población sucedió durante los tres meses del estudio.

García Pámanes y Chi Barragan (1991) en muestreos mensuales en el AGC durante un año, encontraron en junio la máxima abundancia de juveniles de camarón azul en la zona de canales por debajo de las islas. Por la presencia de PL bentónicas infieren que las PL pelágicas arribaron a la zona de crianza sólo de mayo a octubre, con la mayor abundancia en junio y julio y reportaron una abundancia de PL bentónicas considerablemente mayor en la zona de las islas (Montague y Pelicano) con respecto a la zona marina. Por último sugieren que el desove masivo de julio-agosto no resulta en un ingreso de PL al área de crianza de magnitud proporcional, al no encontrar en los meses posteriores la cantidad de juveniles que esperaban.

Maciel Gómez (1995) en muestreos de periodicidad catorcenal de mayo a octubre de 1994 a 20 km al norte de San Felipe, B. C., registró el máximo pico de abundancia en julio ($53 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) y reportó que la abundancia de camarón café predominó sobre la del azul a lo largo del muestreo. Este autor registró la mayor abundancia promedio de PL de camarón azul y café durante la noche en luna llena. Reportó además, que la abundancia de PL de camarón azul en el ciclo nictimeral no presentó diferencias significativas y observó la longitud total máxima y mínima en septiembre y mayo (9.3 y 7.3 mm respectivamente) aduciendo esto al efecto de la temperatura y salinidad.

I.2 Objetivos

Objetivo general:

Determinar algunas de las variables ambientales que explican la variación de la abundancia de las postlarvas de camarón azul y café en el Alto Golfo de California durante el pico reproductivo del 12 al 27 de julio de 1995 y del 30 de junio al 16 de julio de 1996 (de luna llena a luna nueva respectivamente).

Objetivos específicos:

1. Comparar la abundancia relativa y composición específica de las postlarvas de camarón en lo espacial (San Felipe, B. C. y Santa Clara, Sonora) y en lo temporal (1995 y 1996).

2. Analizar la variación de la abundancia relativa y composición específica de las PL de camarón con respecto a la salinidad, temperatura y viento.
3. Analizar la variación de la abundancia relativa de las postlarvas de camarón con respecto al ciclo de marea.
4. Analizar la abundancia relativa de las postlarvas de camarón con respecto a la fase lunar.
5. Determinar si la zona litoral de muestreo actúa como área de crianza y describir el reclutamiento de las postlarvas a la zona litoral.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

II.1 Área de estudio

Se fijaron dos estaciones de muestreo en un frente de playa en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera AGC y Delta del Río Colorado; una en el Golfo de Santa Clara, Son. (Santa Clara en lo sucesivo) localizada al noroeste del poblado del mismo nombre a los $31^{\circ}44'49''\text{LN}$ y $114^{\circ}33'12''\text{LW}$ y la otra a 20 km al norte de San Felipe B. C. (San Felipe en lo sucesivo) frente a la playa adyacente al campo Don Abel localizada a los $31^{\circ}11'8.3''\text{LN}$ y $114^{\circ}53'13.9''\text{LW}$ (Figura 1).

El clima de la zona es desértico continental, con temperatura ambiental media de 21°C en Santa Clara y 23°C en San Felipe. La precipitación media anual es de 68 y 100 mm respectivamente (Miranda *et al.*, 1990). El viento es muy variable; durante el invierno predominan vientos del NW, mientras que en el verano soplan del SE. La temperatura superficial del mar aumenta del SE al NE en verano y a la inversa en invierno.

En el AGC se presentan ciclos de marea semidiurnos, y un intervalo de variación del nivel medio del mar que alcanza hasta 8 m (Lavín *et al.*, 1997) registrando cerca de 10 m en el delta del Río Colorado (Matthews, 1969) lo que ocasiona que en dicha zona queden al descubierto extensiones de hasta 1 km de ancho. En el extremo interno del AGC (NW) la capa mezclada del fondo llega hasta la superficie debido a lo somero y a la intensidad de las corrientes de marea (Lavín, *et al.*, 1997) las cuales dominan las corrientes instantáneas en la parte norte del Golfo (Marinone y Lavín, 1997).



Figura 1. Área de estudio. Las zonas de muestreo están indicadas con una estrella.

II.2 Trabajo de campo.

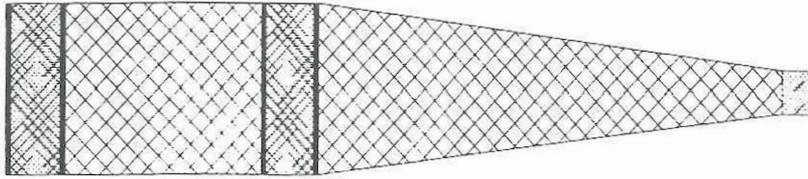
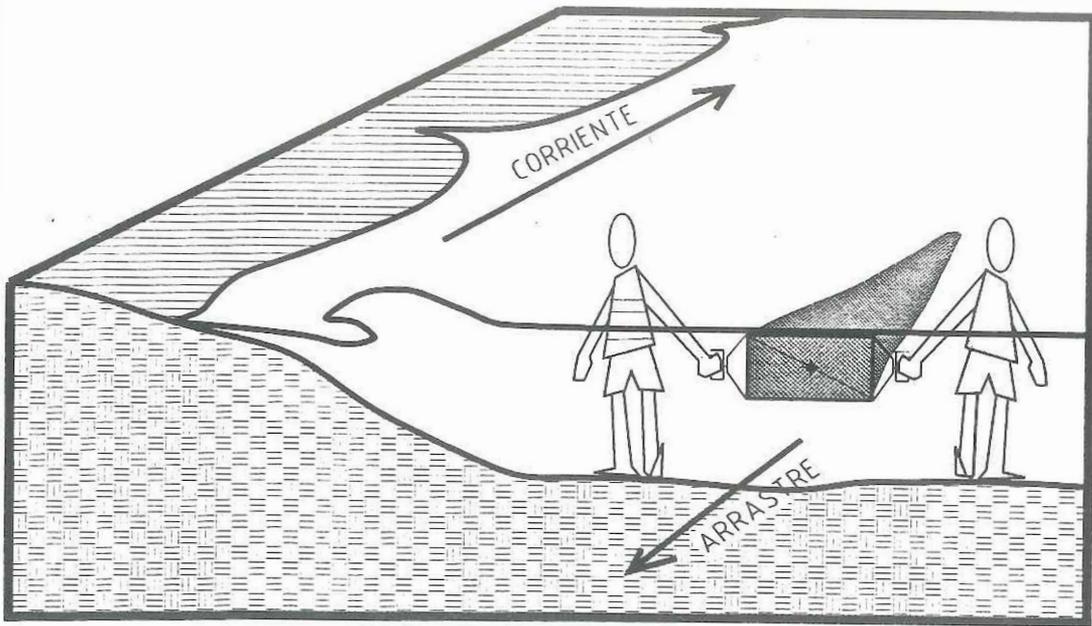
Se procesaron y analizaron los resultados de dos periodos de muestreo de PL de camarón realizados simultáneamente en las estaciones de Santa Clara y San Felipe del 12 al 27 de julio de 1995 y del 30 de junio al 16 de julio de 1996. Para la colecta de PL se diseñó una red de plancton cónica con luz de malla de 505 μm y boca rectangular (0.40 x 0.50m) con un colector de luz de malla de 400 μm en la parte final de la red (figura 2) y equipada con un flujómetro mecánico General Oceanics (Modelo 2030) para estimar el volumen filtrado. Se realizaron arrastres manuales, paralelos a la costa a contracorriente, a intervalos de una hora y con duración de 10 minutos, durante los dos flujos de marea diarios (periodos de 6 h; del inicio del flujo de marea hasta alcanzar la pleamar inferior o superior) a una profundidad media de 1 m.

Los organismos se vertieron en un frasco de 500 ml etiquetado, para su posterior análisis en el laboratorio se fijaron con formol al 4% neutralizado con borato de sodio.

La temperatura superficial se registró mediante un termómetro de cubeta con precisión de 1°C en ambas localidades y campañas.

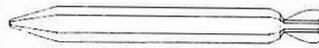
La salinidad se registró con un refractómetro óptico de campo con una precisión de una unidad practica de salinidad(UPS).

Los datos de viento de San Felipe en 1995 se registraron cada hora de muestreo con un anemómetro de campo, mientras que los de la campaña de junio y julio de 1996 fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua con sede en San Felipe, por lo que son datos registrados en el puerto. Cada dato corresponde al promedio de tres registros: la hora de muestreo, 15 y 30 minutos antes.

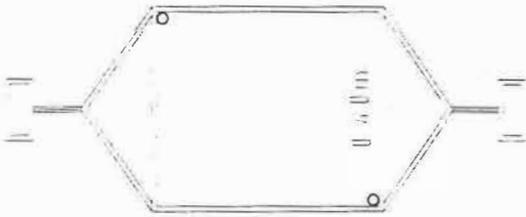


0.67- 1.20- 1.275-

Vista lateral de la red
 (de 300 m de largo)



Vista frontal



Vista frontal de arrastón de cerco tox cable

Figura 2. Perfil de la zona litoral, método de arrastre y características de la red utilizada para la colecta de postlarvas de camarón.

II.3 Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, después de la separación del resto del zooplancton, las PL fueron cuantificadas e identificadas con la ayuda de un microscopio óptico utilizando el objetivo 10X, con el apoyo de las claves propuestas por Mair (1979), Calderón Pérez *et al.* (1989a) y Calderón Pérez *et al.* (1989b).

Para determinar el promedio y moda por fecha de muestreo de la longitud del cefalotorax (LC) y el número de dientes dorsales rostrales (DDR), se analizaron 30 PL por especie. La muestra de cada arrastre previamente identificado se homogeneizó en una caja de Petri y se fraccionó hasta obtener aproximadamente 30 PL. La longitud del cefalotorax (LC) y el número de DDR de las PL de camarón se registró en un estereoscopio (Zeiss), con la ayuda de un micrómetro.

En este trabajo se tomó como dato promedio y redondeado el valor de 12 días como el tiempo que transcurre desde el desove hasta la edad de PL1 (un día de edad en fase de PL). Lo anterior con base en los cultivos de camarón café en el laboratorio de Chávez y Rodríguez de la Cruz (1971) y Kitani y Alvarado (1982). Este dato se utilizó indistintamente para ambas especies, ya que el tiempo que transcurre desde el desove hasta PL1 es muy similar (R. Vega Castro. com. pers.¹).

Con base en datos sobre el número de DDR a determinado estadio de PL cultivadas en el laboratorio, se hizo una asignación teórica de la edad de los organismos colectados en

¹ Productora de Nauplios, Escuinapa, Sinaloa.

el campo. Los datos de cultivo fueron aportados por el M.C. A. Aragón Noriega¹ y Ocean.

H. Licón González² y se resumen en la tabla I.

Tabla I. Número de dientes dorsales rostrales (DDR) del cefalotorax de camarón azul y café por día de cultivo en el laboratorio.

Edad (días)	Azul (DDR)	n	Edad (días)	Café (DDR)	n
PL1	1	7	PL1	3 o <3	9
PL2	2-3	8	PL2	3 o <3	13
PL3	3	9	PL3	3-4	13
PL4	3	8	PL4	3-4	13
PL5	3	11	PL6	3-4	6
PL6	3	11	PL7	4-5	5
PL7	3-4	12	PL8	4-5	5
PL8	4	8	PL9	4-6	8
PL9	4	14	PL10	5-8	13
PL10	4	11	PL12	6	5
PL11	4-5	11	PL13	6-7	5
PL12	5-6	10	PL15	7-8	5
PL13	5-6	5	PL16	6-8	7
PL14	6	30	PL17	8	5
PL17	6-7	30	PL20	7-8	6
PL19	6-7	30			
PL21	8	30			
PL25	9	30			

II.4 Análisis de datos

El volumen de agua filtrado en cada arrastre se estimó a partir de la calibración del flujómetro. Este se realizó en una piscina remolcando el flujómetro a una velocidad constante. De las lecturas del medidor de flujo se obtuvo una constante para calcular la distancia (**d**) en cada arrastre. Por lo que el volumen de agua filtrado es igual a:

¹ Centro de Estudios Biológicos del Noroeste. Unidad Guaymas, Sonora.

$$v = d * a \dots\dots\dots(1)$$

Donde,

a = área de la boca de la red = 0.2 m²

d = distancia recorrida = (# de revoluciones * constante de calibración).

Para analizar la variación de la abundancia de PL de camarón los datos se expresaron en PL·m⁻³. Ésta se obtuvo al dividir el número de PL capturadas por muestra entre el volumen de agua filtrado al momento del muestreo. Los datos de abundancia de PL de camarón fueron transformados con Log10(X+1) para normalizarlos y ser tratados con estadística paramétrica. La normalidad de las muestras ya transformadas fue corroborada con la prueba Kolmogorov-Smirnov. La homogeneidad de varianza se corroboró con la prueba de Levene (Zar, 1984).

El número de muestras analizadas en el laboratorio fue 138, 172, 122 y 169 (San Felipe 1995, 1996, Santa Clara 1995 y 1996 respectivamente). Se utilizó la prueba t de Student para probar diferencia entre los promedios de abundancia de las PL de camarón de ambas especies y la posible influencia del ciclo nictimeral. Los muestreos diurnos comprendieron de las 06:00 h a las 18:00 h y los nocturnos de las 19:00 h a las 05:00 h.

Con la prueba t de student se probó la diferencia entre los promedios de abundancia de PL de camarón de la primera y segunda mitad del flujo de marea. Se graficó el promedio de la abundancia por hora de flujo de marea (h1, h2, h3, h4, h5 y h6; h1 = primera hora del flujo de marea y así sucesivamente) de toda la campaña, para analizar la abundancia con

² BIOTEC Antares S. A. De C. V., Hermosillo, Son.

respecto al flujo de marea. El valor que corresponde a cada una de las horas del flujo de marea es el promedio estandarizado (dato z) de toda la campaña (ecuación 2).

$$\text{Dato } z = (Xh_i - X_p) / S \dots\dots\dots (2)$$

Donde,

Xh_i = abundancia por muestreo horario

X_p = abundancia promedio de la campaña

S = desviación estándar de la campaña

Una vez estandarizados cada uno de los datos de abundancia de PL de camarón de la campaña, se procedió a obtener el promedio por hora de flujo de marea al dividir la sumatoria de cada hora de flujo entre el número de veces que se colectaron PL en dicho flujo horario.

Se analizó la correlación entre la abundancia de PL de camarón y el intervalo de variación del nivel de la marea predicha por fecha de muestreo (se consideró un ciclo diurno: dos flujos de marea y sus respectivos reflujos) desfasando la abundancia hacia atrás en el tiempo hasta 7 días. Al momento de realizar el desfase se conservaron los 15 grados de libertad de la abundancia promedio diaria de PL de camarón.

La comparación de los promedios de la abundancia de PL de camarón por fase lunar se llevó a cabo con análisis de varianza (ANOVA). Las comparaciones múltiples de la abundancia de PL de camarón fueron llevadas a cabo con la prueba LSD (Diferencia menos significativa; Sokal y Rohlf, 1981). La fase de luna llena (LL) fue el 12 de julio (03:00 h) y el 30 de junio (21:00 h), cuarto menguante (CM) el 19 de julio (03:59) y el 7 de julio (12:00 h) y luna nueva (LN) el 27 de julio (06:00 h) y el 15 de julio (10:00 h) para la campaña de 1995 y 1996 respectivamente.

Para probar la hipótesis de que la abundancia de PL de camarón está relacionada con la fase lunar se dividió inicialmente el tiempo de muestreo en tres periodos: LN (primer periodo) CM (segundo periodo) y LN (tercer periodo; Tabla II).

Tabla II. Periodo que abarca la división de la fase lunar para efectos del análisis de la abundancia relativa de postlarvas de camarón con respecto a ésta variable ambiental.

Fase Lunar	Periodos 1995		Periodos 1996	
	Desde:	Hasta:	Desde:	Hasta:
Luna Llena	12/jul(03:00 h)	15/jul(15:00 h)	30/jun(20:00 h)	04/jul(06:00 h)
Cuarto Menguante	15/jul(16:00 h)	23/jul(05:00 h)	04/jul(07:00 h)	11/jul(11:00 h)
Luna Nueva	23/jul(06:00 h)	27/jul(08:00 h)	11/jul(12:00 h)	16/jul(01:00 h)

Se llevaron a cabo pruebas de ANOVA para explorar el patrón observado de la abundancia de PL de camarón a lo largo de dos periodos de muestreo: antes de CM y después de CM, estos se obtuvieron al dividir las campañas de muestreo a partir de CM.

La abundancia de PL de camarón en Santa Clara no presentó normalidad en ambas campañas, por lo que los análisis se realizaron con estadística no paramétrica. La comparación de dos medias fue llevada a cabo con la prueba de Mann-Whitney, medias múltiples con Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de 0.05. Estas pruebas fueron realizadas con los datos de abundancia de PL de camarón sin transformar (Zar, 1984).

La variación de la LC de PL fue analizada mediante la distribución de frecuencias y el seguimiento de las medias a través del tiempo. Para comparar la composición del número de DDR del cefalotorax de las PL colectadas entre localidades se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas.

III RESULTADOS:

III.1 Salinidad, temperatura y viento

En resumen, durante 1995 en San Felipe las salinidades mínimas se registraron en LL y las máximas alrededor de CM y previo a LN (Figura 3). En 1996 los promedios de salinidad mínimos se detectaron después de CM hasta LN y los máximos previo a CM. Durante 1995 tanto en San Felipe como en Santa Clara, la temperatura del agua presentó los registros mínimos poco después de CM, mientras que los máximos poco antes de CM (Figura 4). En 1996 las temperaturas menores del agua se registraron en LL, poco después de CM y en LN, mientras que las mayores se observaron entre las distintas fases lunares. Éste factor ambiental varió de manera muy similar por campaña en ambas localidades. Los vientos predominantes en San Felipe provenían del SW y SE, mientras que en Santa Clara del SE (Figura 5).

San Felipe, julio de 1995

La salinidad fluctuó de 37 a 43 (Figura 3). El promedio de la campaña de muestreo fue 40, mientras que el promedio mínimo diario de 39 se observó el 13 de julio y el máximo de 41 el 16 de julio. El máximo intervalo de variación se registró el 17 de julio (4).

Se observaron las temperaturas más bajas alrededor de CM y las más altas durante los efectos de LL y LN (Figura 4). La temperatura máxima y mínima registrada fue de 39 y 26°C (17 y 22 de julio respectivamente) con un promedio de 31°C para todo el periodo de muestreo. El 27 de julio se registró el promedio máximo observado (33°C) mientras que el mínimo (29°C) se presentó el 22 de julio. El máximo intervalo de variación de la temperatura (7°C) en un ciclo diurno se observó el 21 de julio.

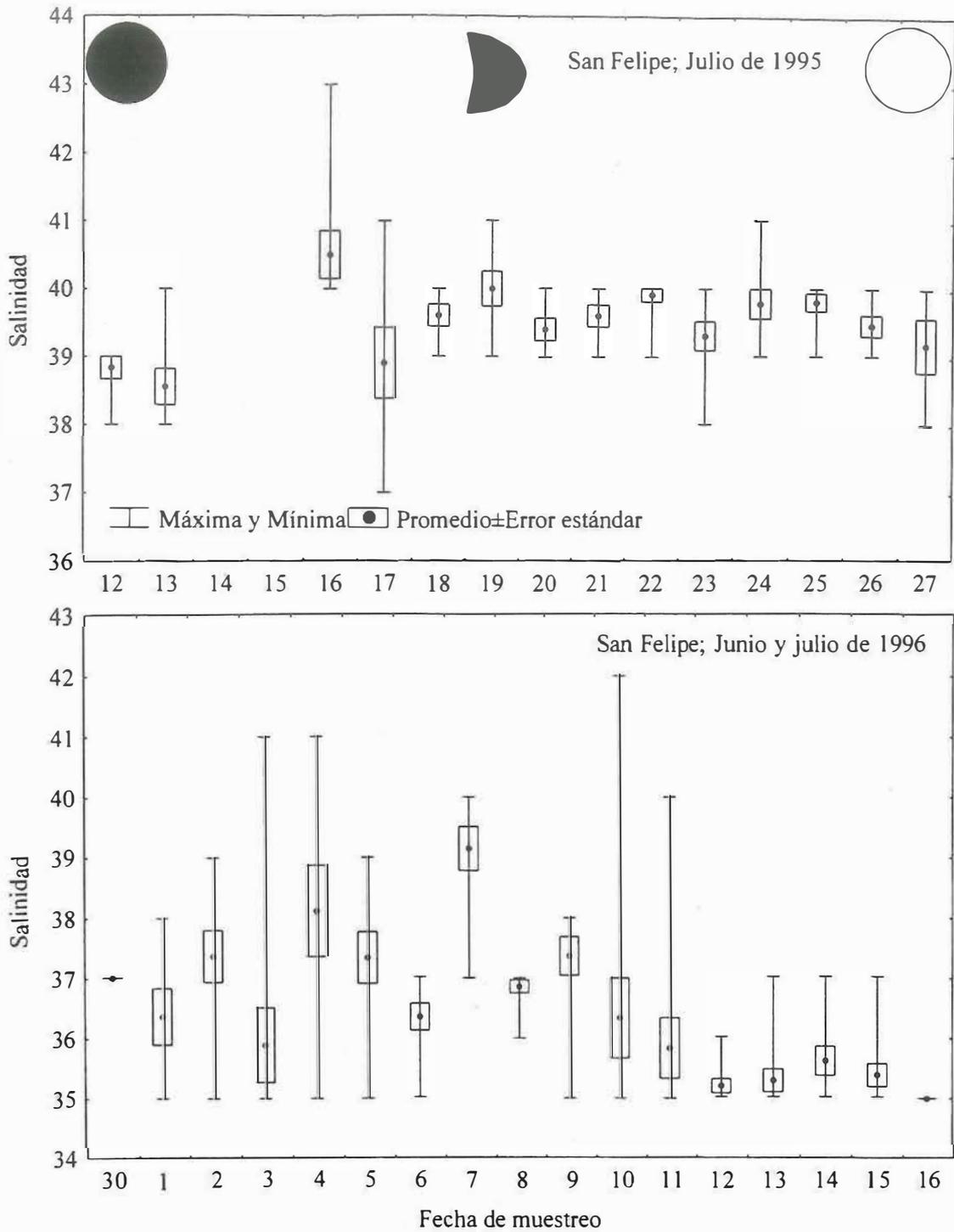


Figura 3. Salinidad promedio, máxima, mínima y error estándar por fecha de muestreo en San Felipe durante 1995 y 1996. El círculo negro corresponde a luna llena.

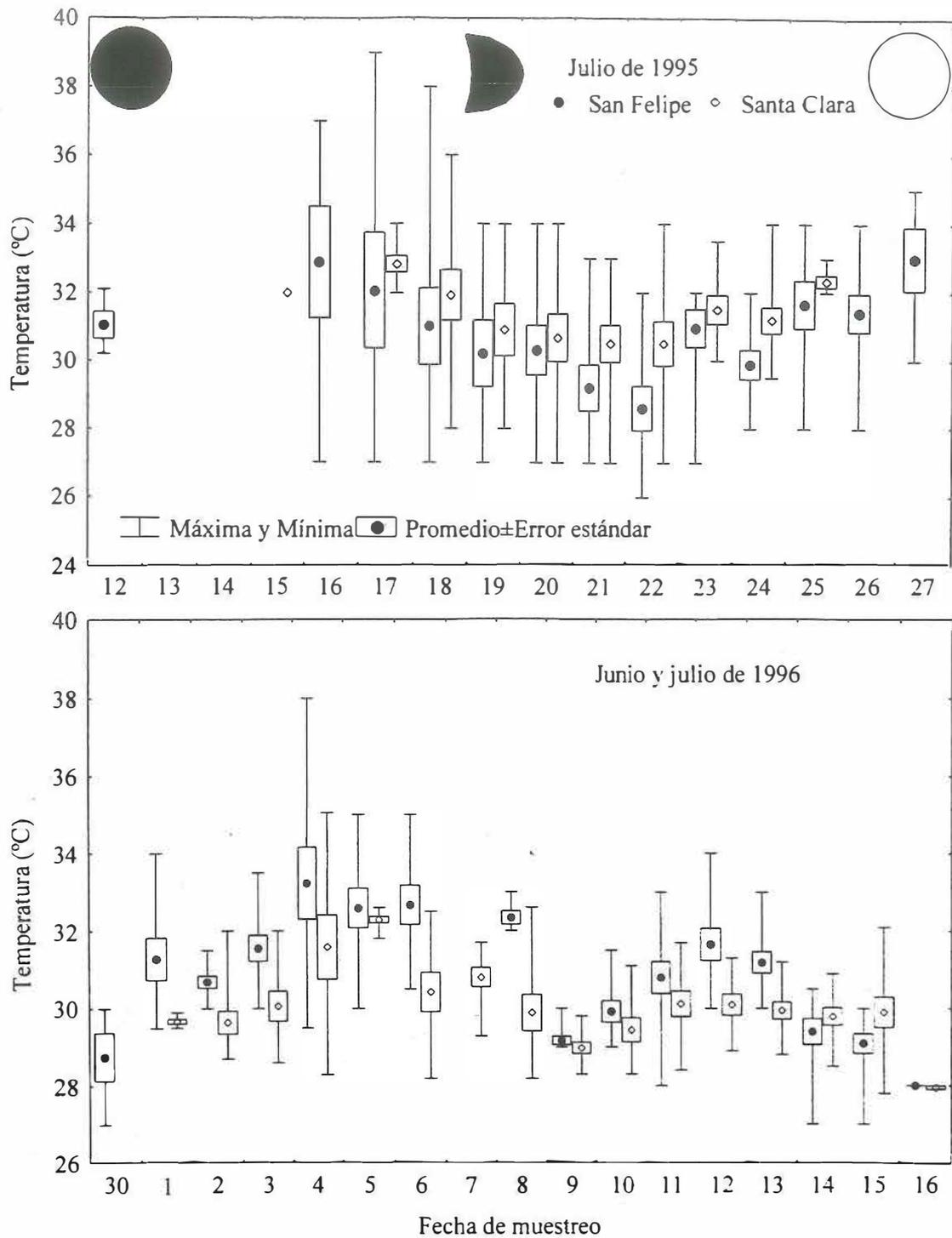


Figura 4. Temperatura promedio, máxima, mínima y error estándar por fecha de muestreo en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. El orden de los promedios por localidad no implica desfase en tiempo.

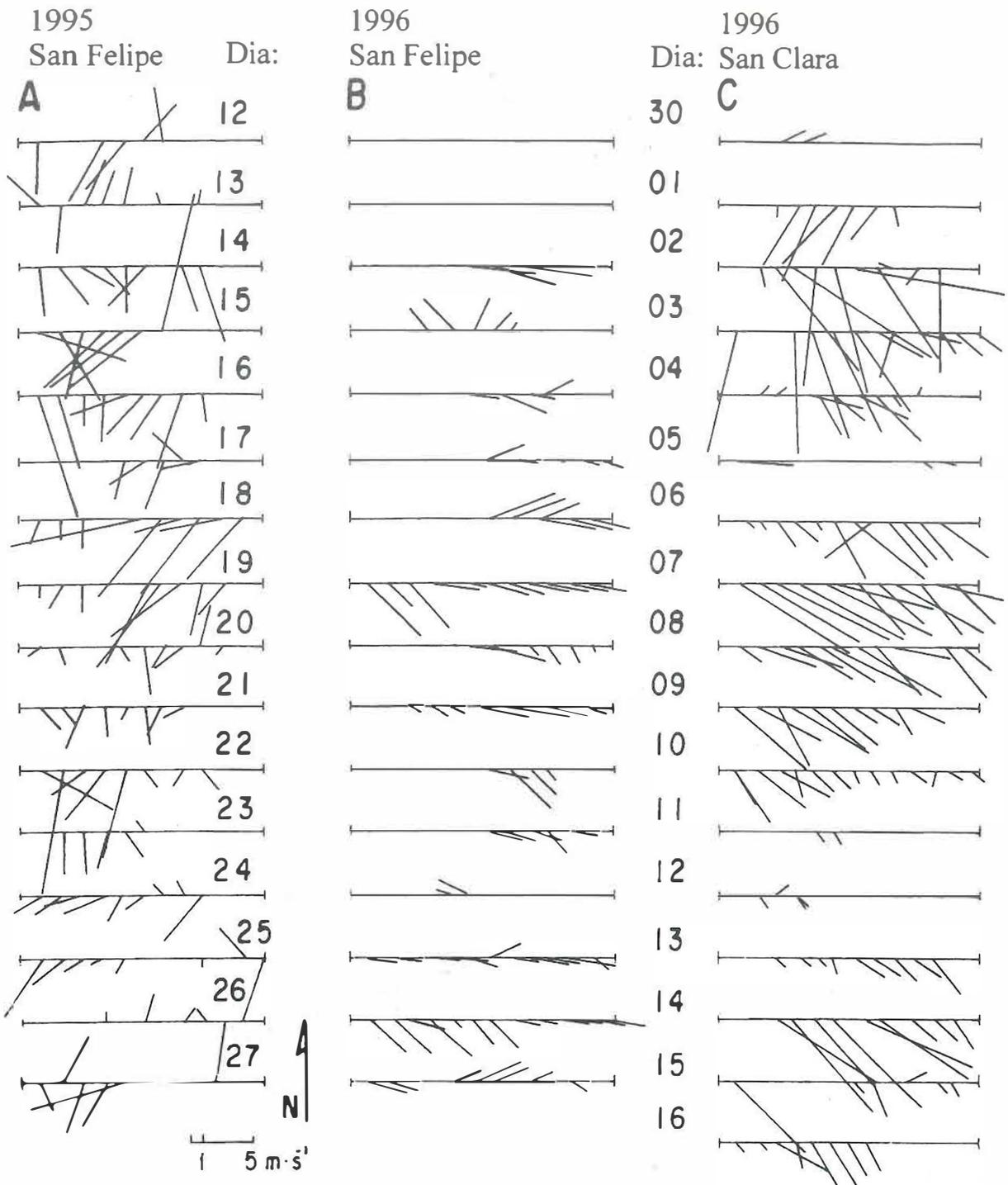


Figura 5.- Variación temporal del viento en las localidades señaladas.

En el gráfico de astillas de viento (Figura 5) cada día es el registro de las doce horas diarias de muestreo. Los vientos superficiales que prevalecieron durante el muestreo provenían del S. Únicamente al inicio y final del muestreo se observaron vientos que provenían del N. La velocidad promedio durante la campaña fue $3.6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, sin considerar las calmas y tomando en cuenta sólo la hora del muestreo. La frecuencia de ocurrencia de vientos con dirección S alcanzó el 71% (incluye SE y SW). La velocidad máxima fue $11.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ con rumbo N y se registró el 15 de julio a las 13:00 h.

Santa Clara, julio de 1995

La temperatura máxima (36°C) se presentó el 17 de julio por la noche, mientras que la mínima (27°C) se observó en varias ocasiones (19, 20 y 21 de julio durante el día, día y noche respectivamente, con un promedio general de 31°C (Figura 4). El 17 de julio se registró el promedio de temperatura máximo (33°C) mientras que el mínimo (31°C) el 22 de julio. El intervalo de variación máximo en un flujo de marea fue 7°C y se observó el 22 de julio.

San Felipe, junio y julio de 1996

El intervalo de variación máximo de salinidad en un día de muestreo fue 7 y se registró el 10 de julio. Este mismo día se detectó la salinidad mínima y máxima (35 y 42) de la campaña de muestreo (Figura 3). El promedio de salinidad mínimo y máximo (36 y 39) se obtuvo el 16 y 7 de julio respectivamente, mientras que el promedio de la campaña fue 37.

El 30 de junio y 4 de julio durante la noche se presentó la temperatura mínima (27°C) observada durante el periodo de muestreo, mientras que la temperatura máxima registrada fue de 38°C (Figura 4). En promedio se observó una temperatura de 40°C para todo el periodo de muestreo. El promedio de temperatura máximo y mínimo (33 y 28°C) se observó el 4 y 16 de julio respectivamente. El intervalo máximo de variación de la temperatura fue 6°C y se registró el 3 de julio.

El 41% de los vientos predominantes provenían del E y SE (Figura 5). Existió calma en el 49% de los casos registrados. Los vientos provenientes del NE y NW alcanzaron cerca del 10% del total registrados. No se presentaron vientos del N, S y SW durante el muestreo. La velocidad promedio del viento fue de $2.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; la velocidad máxima ($6.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) se registró el 7 de julio a las 01:00h y provenía del SE.

Santa Clara, junio y julio de 1996

El 15 y 4 de julio en el flujo nocturno y diurno se presentaron la temperatura mínima y máxima (28 y 35°C respectivamente) con un promedio general de 30°C (Figura 4). El intervalo de variación máximo de temperatura fue 4°C y se registró el 15 de julio. Por otro lado el promedio máximo y mínimo (32.3 y 29°C) se presentó el 5 y 9 de julio.

En este caso sólo se registró la dirección de los vientos y se clasificó su intensidad en forma nominal (calma, poco, regular, moderado, fuerte y muy fuerte). La máxima frecuencia de ocurrencia la registraron los vientos provenientes del S (62%). El 23% de los casos se registró calma (Figura 5) y los vientos provenientes del N y NE sólo alcanzaron el

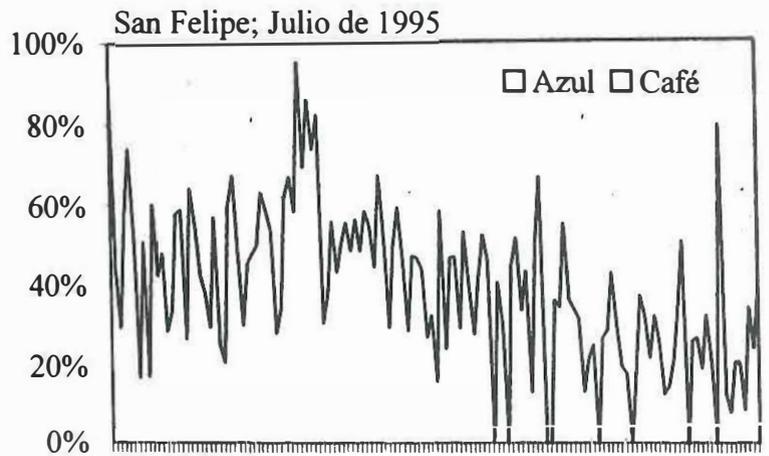
1.2% del total de la frecuencia observada. No se registraron vientos del NW durante el muestreo.

III.2 Composición y abundancia relativa específica

Se registraron tres especies de PL de camarón: azul, café y blanco (*Litopenaeus vannamei*) en ambas localidades durante los dos periodos de muestreo. La abundancia de camarón blanco no fue notable con respecto a las otras especies, sin embargo su presencia es importante, ya que es el primer registro en fase larvaria en la zona del AGC. Considerando los fines de este trabajo solo se reporta y se discute su presencia sin analizar su abundancia.

En la composición específica de PL colectadas en 1995 en San Felipe el camarón café representó la mayor proporción en las colectas, mientras que en Santa Clara el camarón azul (Figura 6). Durante 1996 sucedió lo contrario, siendo PL de camarón azul las de mayor presencia en la colecta total en San Felipe y lo contrario en Santa Clara. En ambas campañas de San Felipe se registraron PL de camarón azul y café durante todos los muestreos.

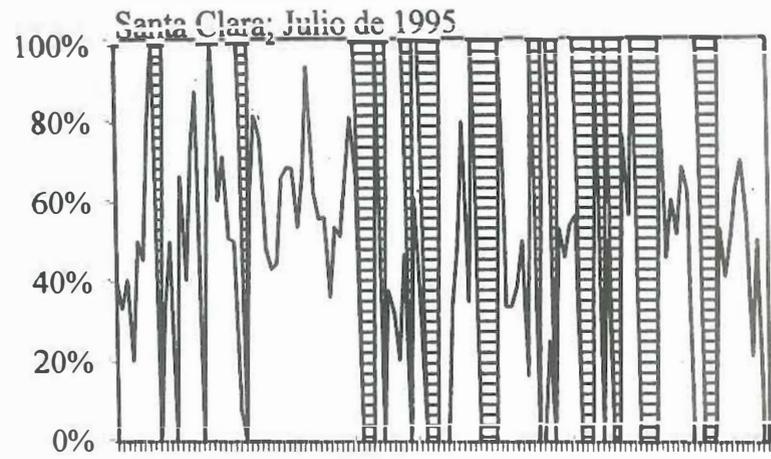
Las abundancias menores se registraron en 1995 en Santa Clara, siendo del orden de decenas menos que en San Felipe el mismo año (Figura 7). En 1996 la abundancia de San Felipe se incrementó considerablemente con relación a 1995, sin embargo el caso de Santa Clara es excepcional ya que la abundancia se disparó por encima de un orden de magnitud.



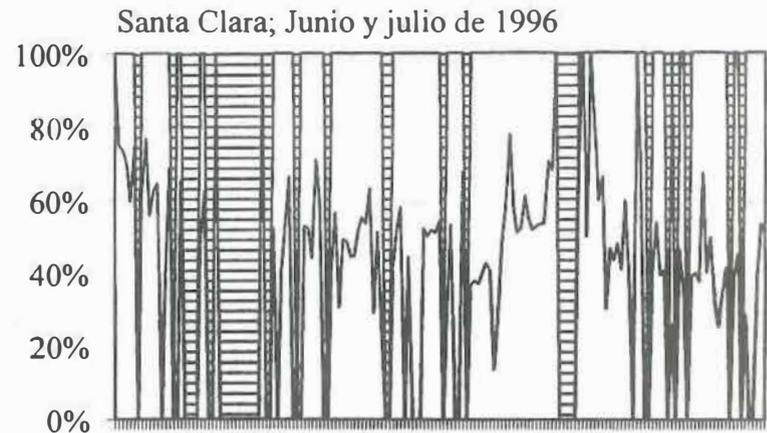
12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27



30 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Fecha de muestreo



15 16 17 18 19 19 20 21 21 22 23 24 24 25 26 27



30 1 2 3 4 6 6 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Fecha de muestreo

Figura 6. Composición porcentual específica de postlarvas de camarón por en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. El área rayada con líneas horizontales indica abundancia nula.

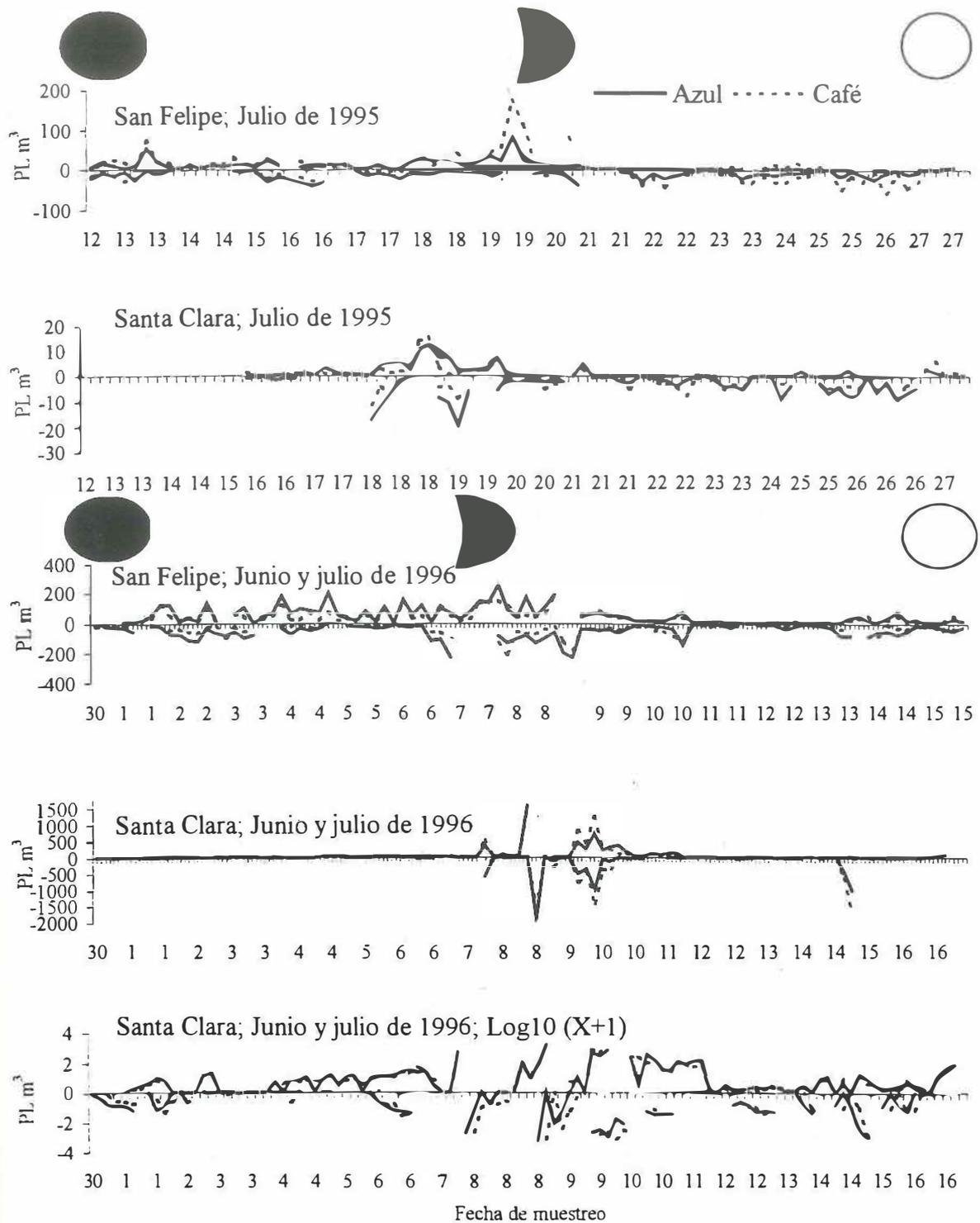


Figura 7. Abundancia relativa específica horaria de postlarvas de camarón. La abundancia negativa indica periodo nocturno. Notar escala diferente entre localidad y año. Para apreciar mejor la ARE de Santa Clara en 1996 se expresó en $\text{Log}_{10}(X+1)$.

San Felipe, julio de 1995

El mayor porcentaje de abundancia del total de PL capturadas (59.7%) correspondió al camarón café (Figura 6) y el resto al camarón azul. En la composición específica por flujo de marea las PL de camarón café registraron su máximo durante el día, el 26 de julio (87%) y el camarón azul (78%) el 16 de julio en el flujo de marea nocturno.

La abundancia promedio de PL de camarón azul y café presentó diferencias significativas ($p=0.01$), la mayor abundancia correspondió a las PL de camarón café, la cual predominó sobre el camarón azul durante el muestreo (Figura 7). El registro máximo de abundancia de PL de camarón café por hora de muestreo fue $170 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$, siendo el mayor registro de ambas especies durante la campaña. El 19 de julio en el día se observó la abundancia promedio máxima de PL de camarón café por flujo de marea ($72 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$).

La abundancia máxima horaria de PL de camarón azul fue $80 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ (Figura 7). Las abundancias mayores de PL de camarón café y azul se registraron en la cuarta hora de flujo durante el día el 19 de julio a las 17:00 h. Así también la abundancia promedio máxima de PL de camarón azul por flujo de marea ($33.8 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) se registró al mismo tiempo que la de camarón café.

Santa Clara, julio de 1995

La mayor composición porcentual (58%) del total de PL colectadas correspondió al camarón azul y el 42% restante al café (Figura 6). En la composición específica por flujo de marea, el 22 de julio el 100% de la colecta fue de PL de camarón azul, mientras que el 26

de julio el 100% de las PL eran de camarón café, ambos casos durante el flujo de marea diurno.

La abundancia promedio de PL de camarón azul y café no registraron diferencias significativas ($p=0.96$). Durante la campaña de muestreo la proporción de PL de camarón azul fue mayor a la de café (Figura 7). Las PL de camarón azul también registraron la abundancia máxima horaria ($19 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) el 19 de julio a las 04:00h. La abundancia promedio máxima ($10 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) en un flujo de marea se observó el 18 de julio por la noche.

Se colectó un total de $249 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ de camarón café durante el periodo de muestreo. La abundancia máxima horaria ($15 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) se presentó el 18 de julio a las 18:00h. El 18 de julio durante el flujo diurno se registró la abundancia promedio máxima ($6 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) de camarón café.

San Felipe, junio y julio de 1996

En la composición porcentual del total de organismos capturados, el 55.1% lo registro el camarón azul, mientras que el café el 44.9% (Figura 6). La máxima composición específica de camarón azul por flujo de marea (71.3%) se observó el 4 de julio durante el flujo de marea diurno, mientras que de camarón café (59%) el 11 y 8 de julio por la noche.

Hubo presencia de PL de camarón en cada uno de los muestreos horarios. La abundancia promedio de PL de camarón azul y café no mostraron diferencias significativas ($p=0.07$). La abundancia máxima horaria ($246 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) correspondió a PL de camarón azul, la cual se registró el 7 de julio a las 17:00h (Figura 7). La abundancia promedio máxima de

camarón azul fue de $153 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ en el flujo diurno el 8 de julio, imperando sobre camarón café en la mayoría de la campaña.

La abundancia promedio máxima de camarón café fue $120 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$, mientras que la abundancia horaria máxima fue $210 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$, registrados ambos durante el muestreo nocturno del 7 de julio (Figura 7).

Santa Clara, junio y julio de 1996

En la composición específica porcentual del total de PL colectadas el 55% correspondió al camarón café y el 45% al camarón azul (Figura 6). El 2, 3, y 5 de julio por la noche el 100% de la colecta fue de PL de camarón café. El camarón azul alcanzó su máxima composición porcentual (73.6%) el 12 de julio en el flujo de marea diurno.

No se encontraron diferencias significativas ($p=0.06$) entre las abundancias promedio de PL de camarón azul y café. En este caso se registraron abundancias con un orden de magnitud mayor con respecto a Santa Clara y la campaña anterior en ésta localidad. La mayor cantidad de PL capturadas en la campaña correspondió al camarón café (Figura 7). El promedio máximo específico por flujo de muestreo fue de $867 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$, el cual correspondió al camarón café durante el 9 de julio en el flujo de marea diurno. La abundancia máxima horaria fue de $1671 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ observada el 15 de julio a las 00:00 h durante LN.

La abundancia horaria máxima la registraron las PL de camarón azul ($1884 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) el 8 de julio (19:00h) en CM (Figura 7). La abundancia promedio máxima por flujo de marea de $601 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ se presentó el 8 de julio durante el día.

III.3 Variación nictimeral y lunar de la abundancia relativa específica

En 1995 se observó mayor abundancia de PL de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante la noche, sin embargo esto no se registró en 1996.

En el análisis de la abundancia de PL de camarón azul y café considerando las tres fases de luna, se registraron diferencias significativas en ambas localidades en 1996, con la abundancia máxima en CM y la mínima en LL. En 1995 sólo la abundancia promedio de PL de camarón azul registró diferencias significativas, con la abundancia máxima y mínima en CM y LN respectivamente.

El análisis de la abundancia de PL de camarón entre el periodo de antes y después de CM, detectó interacción significativa entre la fase lunar y el ciclo nictimeral en San Felipe, con las abundancias máximas durante la noche después de CM. En Santa Clara se observaron las abundancias máximas antes de CM en 1995 y después de CM en 1996, en ambos casos durante el periodo nocturno.

San Felipe, julio de 1995

Se encontraron diferencias significativas en la abundancia de PL de camarón azul ($p=0.00$) y café ($p=0.01$) con respecto al ciclo nictimeral, con la mayor colecta durante la noche.

El análisis de la abundancia de PL de camarón por fase lunar presentó resultados ambiguos. El análisis de varianza señaló que la abundancia de PL de camarón café no presentó diferencias significativas ($p=0.72$) entre las distintas fases lunares, sin embargo, la abundancia de PL de camarón azul registró diferencias significativas ($p=0.00$). En comparaciones múltiples de la abundancia entre las distintas fases lunares se detectó que

existen diferencias significativas ($p=0.00$) entre la abundancia promedio de PL de camarón azul de CM y LN.

El análisis de la abundancia de PL de camarón azul entre el periodo de antes y después de CM presentó diferencias significativas ($p=0.00$), con las abundancias máximas después de CM. Este no fue el caso del camarón café, sin embargo, se detectó que la interacción fase lunar y ciclo nictimeral fue altamente significativa tanto para camarón azul como para café.

No se detectaron diferencias significativas entre la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón antes de CM, y éstas dos son significativamente mayores que la abundancia diurna después de CM tanto para camarón azul como café (Tabla III). La abundancia nocturna de PL de camarón después de CM no presentó diferencias significativas con la abundancia diurna y nocturna de antes de CM. La mayor abundancia de PL de camarón azul y café colectadas después de CM, fue durante la noche (tabla III).

Tabla III. Comparación de la abundancia relativa de las postlarvas de camarón azul y café entre el periodo lunar de antes y después de cuarto menguante y el ciclo nictimeral en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996.

Localidad; año	Azul	Café
San Felipe; 1995	ACMdía>DCMdía ($p=0.00$)	ACMdía>DCMdía ($p=0.00$)
	ACMnoche>DCMdía ($p=0.00$)	ACMnoche>DCMnoche ($p=0.00$)
	DCMnoche>DCMdía ($p=0.00$)	DCMnoche>DCMdía ($p=0.00$)
Santa Clara; 1995	ACM>DCM ($p=0.03$)	ACM=DCM ($p=0.08$)
	Noche>día ($p=0.00$)	Noche>día ($p=0.00$)
San Felipe; 1996	ACMdía>DCMdía ($p=0.00$)	ACMdía>DCMdía ($p=0.01$)
	ACMnoche>DCMnoche ($p=0.00$)	DCMnoche>DCMdía ($p=0.04$)
Santa Clara; 1996	DCM>ACM ($p=0.01$)	DCM>ACM ($p=0.00$)
	Noche=día ($p=0.12$)	Noche>día ($p=0.03$)

ACMdía = Abundancia diurna de PL antes de cuarto menguante
DCMdía = Abundancia diurna de PL después de cuarto menguante
ACMnoche = Abundancia nocturna de PL antes de cuarto menguante
DCMnoche = Abundancia nocturna de PL después de cuarto menguante

Santa Clara, julio de 1995

Se encontraron diferencias significativas entre la abundancia promedio de PL de camarón azul ($p=0.00$) y café ($p=0.00$) en el ciclo nictimeral, con la mayor abundancia durante la noche para ambas especies.

No se encontraron diferencias significativas entre la abundancia promedio de PL de camarón azul ($p=0.26$) y café ($p=0.16$) entre las diferentes fases lunares.

La abundancia de PL de camarón entre los periodos antes y después de CM, mostró las máximas colectas de camarón azul en el segundo periodo, con mayor abundancia durante la noche (Tabla III). La abundancia de PL de camarón café no presentó diferencias significativas entre ambos periodos lunares, aunque la abundancia máxima se registró durante la noche (Tabla III).

San Felipe, junio y julio de 1996

La variación nictimeral de la abundancia de PL de camarón no exhibió diferencias significativas ni para PL de camarón azul ($p=0.34$) ni para las de café ($p=0.66$).

El análisis de varianza de la abundancia al considerar las tres fases lunares, mostró que existen diferencias altamente significativas para PL de camarón azul ($p=0.00$) y café ($p=0.00$). Los resultados de las comparaciones múltiples determinaron que para ambas especies no existen diferencias significativas entre CM y LL. La abundancia promedio máxima se registró en CM tanto para camarón azul ($64 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) como café ($51 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$). En comparaciones múltiples de la abundancia de PL de camarón, se detectó que sólo existen

diferencias significativas entre la abundancia promedio de PL de camarón azul ($p=0.00$) y café ($p=0.00$) entre CM y LN.

No se observaron diferencias significativas entre la abundancia de PL de camarón de antes y después de CM. En comparaciones múltiples se obtuvo que la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón azul de antes de CM fue mayor que la diurna de después de CM (Tabla III). Además se registró que la interacción fase lunar y ciclo nictimeral fue significativa en el caso de PL de camarón café (Tabla III). En comparaciones múltiples se obtuvo que durante el día, la abundancia de antes de CM fue mayor que la de después de CM. La abundancia de PL de camarón café de después de CM fue mayor durante la noche (Tabla III).

Santa Clara, junio y julio de 1996

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.03$) en la abundancia de PL de camarón café en el ciclo nictimeral, con la mayor colecta durante la noche. Éste no fue el caso de la abundancia de PL de camarón azul ($p=0.12$), aunque la colecta nocturna fue mayor.

El análisis de la abundancia de PL de camarón café y azul por fase lunar, sugiere que ambas especies fueron significativamente influenciadas por éste factor ($p=0.00$ y $p=0.00$). La abundancia promedio máxima de camarón azul ($163 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) y café ($140 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) se observó en el periodo de CM, con un segundo máximo para ambas especies en LN. En comparaciones múltiples de la abundancia promedio de PL de camarón entre las tres fases lunares se obtuvo que existían diferencias significativas para cada uno de los casos.

Se detectó que después de CM hubo mayor cantidad de PL de camarón azul que antes de CM, sin embargo la abundancia diurna y nocturna no mostraron diferencias significativas (Tabla III). La abundancia de PL de camarón café presentó diferencias significativas entre ambos periodos lunares con los registros máximos después de CM durante la noche (Tabla III). No se realizó una prueba para buscar interacción entre el ciclo nictimeral y la fase lunar, sin embargo se sospecha que la abundancia de PL diurna y nocturna de antes de CM presentó diferencias significativas.

III.4 Variación mareal de la abundancia relativa específica

En 1995 en San Felipe, se encontraron diferencias significativas en la abundancia promedio de PL de camarón café con respecto al flujo de marea, con la máxima abundancia en la segunda mitad del flujo de muestreo. Este fue el mismo caso para las PL de camarón azul y café en esta localidad al siguiente año. En cuanto a Santa Clara, sólo en el caso del camarón azul en 1996 se detectaron diferencias significativas, con la mayor abundancia en la segunda mitad del flujo de marea (Figura 8).

En general las correlaciones positivas significativas entre la abundancia promedio diaria de PL de camarón y el intervalo de variación del nivel de marea se registraron del tercer al séptimo desfase (Tabla IV).

San Felipe, julio de 1995

Con respecto a la hora de flujo de marea, la abundancia de PL de camarón café presentó diferencias significativas ($p=0.04$), con la abundancia máxima en la segunda mitad

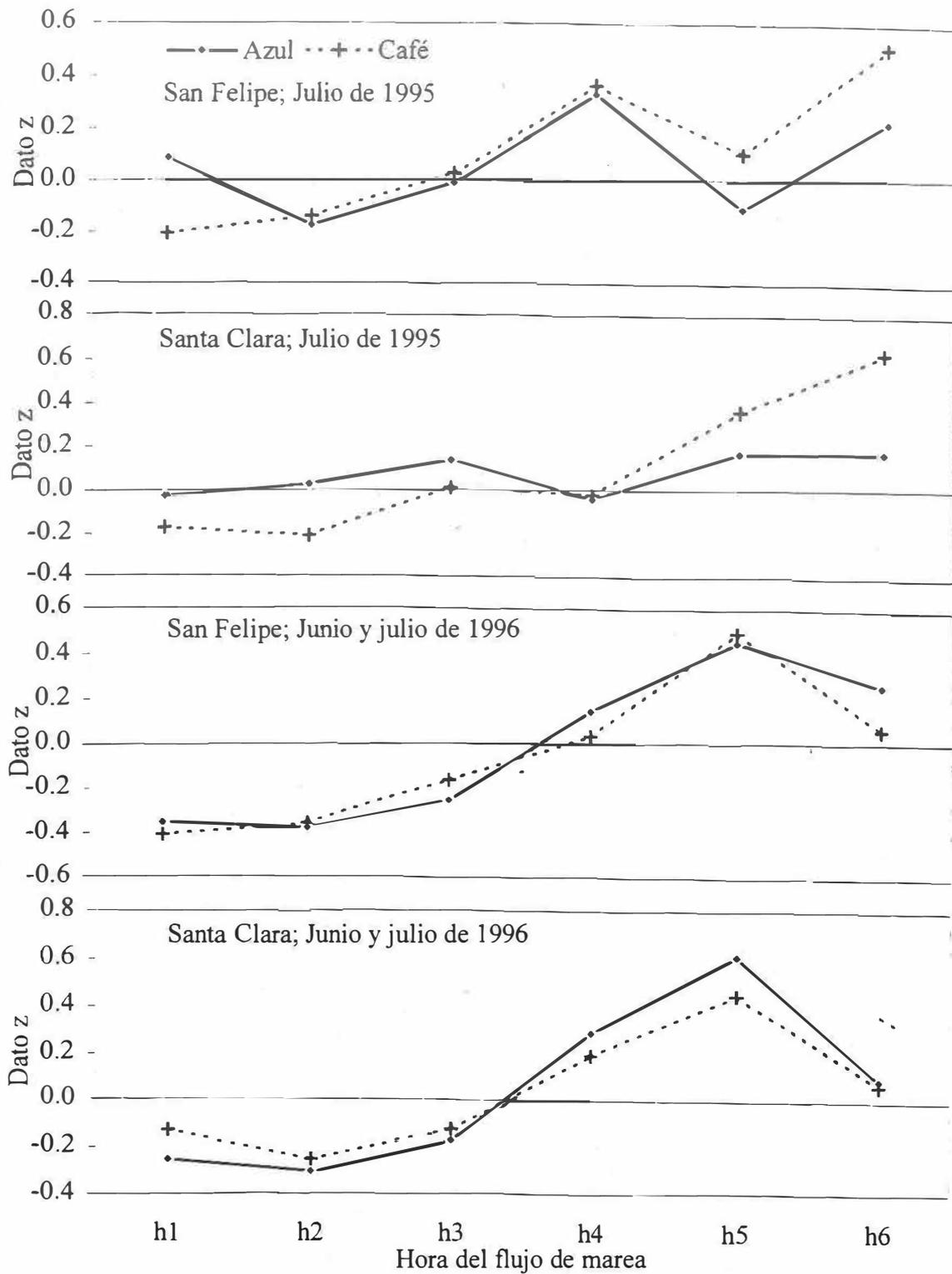


Figura 8. Abundancia promedio estandarizada de postlarvas de camarón azul y café por hora del flujo de la marea en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996.

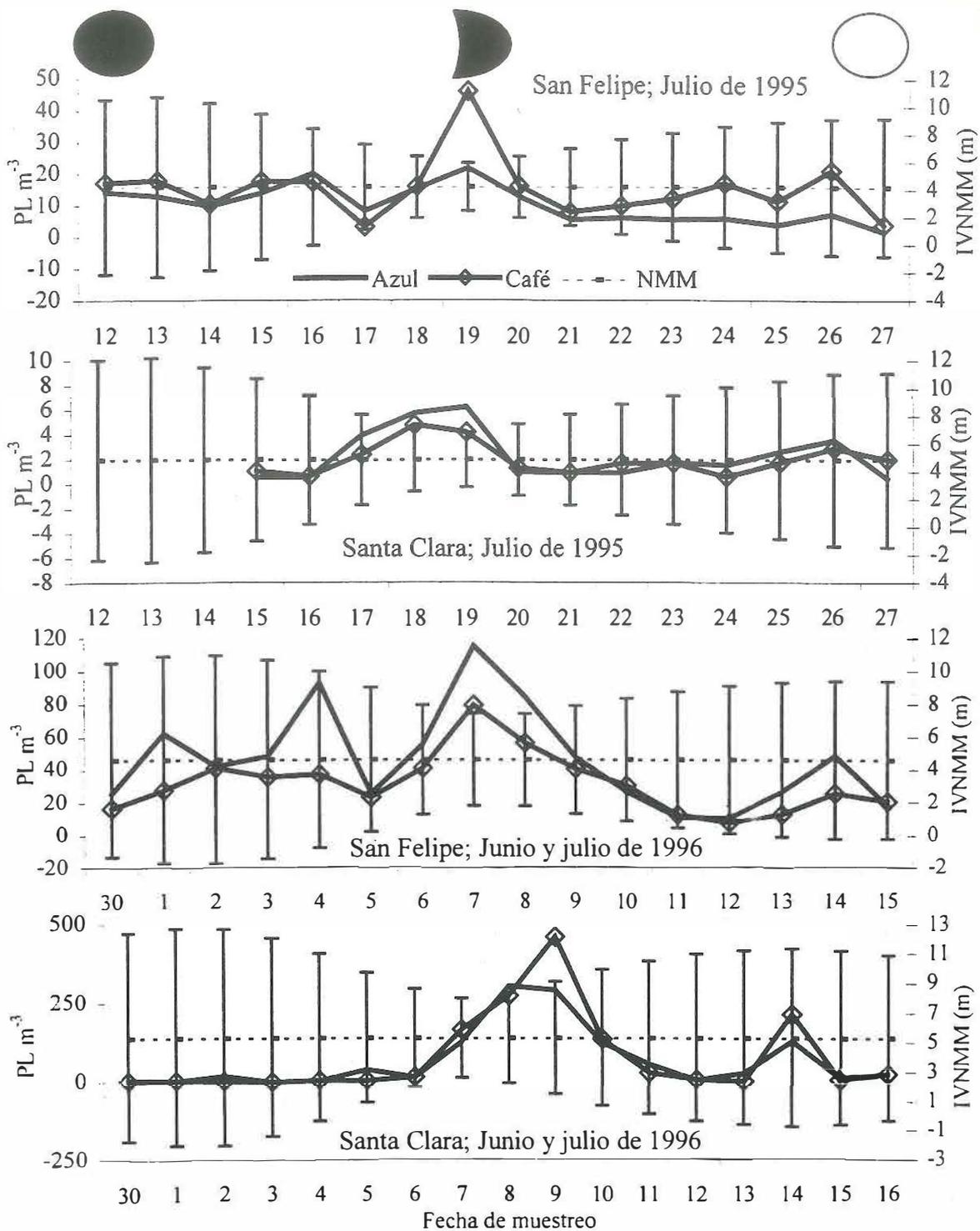


Figura 9. Abundancia relativa promedio postlarvas de camarón azul y café e intervalo de variación del nivel medio de la marea (IVNMM) por fecha de muestreo en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. Línea interrumpida indica el nivel medio de la marea (NMM) del periodo de muestreo.

de éste (Figura 8), mientras que la abundancia de PL de camarón azul no presentó diferencias significativas ($p=0.51$).

La abundancia promedio diaria de PL de camarón azul mostró correlación positiva significativa con el intervalo de variación del nivel de marea del tercer al sexto desfase (Tabla IV). La correlación más significativa ocurrió al quinto desfase. La abundancia de PL de camarón café no presentó correlación, sin embargo su variación en el periodo de muestreo fue similar a la de camarón azul (Figura 9).

Tabla IV. Coeficiente de correlación entre la abundancia relativa de postlarvas de camarón azul y café e intervalo de variación del nivel de marea predicho. Se indica lugar y año. Nivel de significancia se indica entre paréntesis.

D	Julio de 1995		Junio y julio de 1996			
	San Felipe Azul	Santa Clara Café	San Felipe		Santa Clara	
	Azul	Café	Azul	Café	Azul	Café
0					-0.63(0.00)	-0.55(0.02)
-1					-0.79(0.00)	-0.72(0.01)
-2					-0.75(0.00)	-0.70(0.00)
-3	0.53(0.03)			0.51(0.04)		
-4	0.66(0.01)			0.65(0.01)	0.69(0.00)	
-5	0.68(0.00)			0.60(0.01)	0.74(0.00)	
-6	0.58(0.02)				0.63(0.01)	0.56(0.02)
-7						0.67(0.00)
						0.59(0.01)

D = desfase de la abundancia relativa en días.

Santa Clara, julio de 1995

No se detectaron diferencias significativas en la abundancia promedio por hora de flujo de marea para las PL de camarón azul ($p=0.46$) y café ($p=0.14$), aunque si se observó una mayor abundancia de PL en la segunda mitad del flujo de marea (Figura 8).

Durante 1995 la abundancia promedio de PL de camarón azul y café no registró correlación significativa (Tabla IV) con el intervalo de variación del nivel de marea en un ciclo diurno (Figura 9).

San Felipe, junio y julio de 1996

Se presentaron diferencias significativas entre la abundancia promedio por hora de flujo de marea, tanto para PL de camarón azul ($p=0.00$) como para café ($p=0.01$), con la abundancia máxima en la segunda mitad del flujo de marea para ambas especies (Figura 8).

El análisis de correlación entre el intervalo de variación del nivel de la marea y la abundancia promedio por fecha de muestreo de PL de camarón azul y café exhibió valores positivos significativos del tercero al quinto, y del cuarto al sexto con la máxima significancia en el cuarto y quinto desfase (Figura 9; Tabla IV).

Santa Clara, junio y julio de 1996

Al comparar la abundancia promedio por hora del flujo de marea se encontraron diferencias significativas para PL de camarón azul ($p=0.05$). Este no fue el caso de PL de camarón café ($p=0.07$), sin embargo la máxima concentración de PL se detectó en la segunda mitad del flujo (Figura 8).

Se registraron correlaciones negativas significativas sin realizar desfase entre la abundancia promedio diaria de PL de camarón azul y café con respecto el intervalo de variación del nivel de marea, esto sucedió también al primer y segundo desfase. Lo mismo sucedió para ambas especies al sexto y séptimo desfase de su abundancia, sólo que en este caso la correlación fue positiva (Figura 9; Tabla IV).

III.5 Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax

La distribución de la frecuencia relativa (FR) de la LC de PL de camarón azul por campaña fue similar entre San Felipe y Santa Clara, sin embargo, la LC de moda de Santa Clara fue un poco mayor que la de San Felipe en 1995 y 1996 (Figura 10). En 1995 la LC de moda de PL de camarón café de San Felipe y Santa Clara fue muy similar, mientras que en 1996, la LC de moda de camarón café de Santa Clara fue mayor que la de San Felipe (Figura 10).

Por su parte, la distribución de la FR de la LC de las PL de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara, parece indicar un ingreso o reclutamiento constante de PL de camarón a la zona litoral (Figura 11, 12 13 y 14), excepto el 3 de julio en 1996 en Santa Clara. A finales del muestreo de 1996 en Santa Clara, la distribución de la FR del camarón azul perdió su patrón unimodal.

San Felipe, julio de 1995

El análisis de la distribución de la FR de la LC de camarón azul pareció indicar reclutamiento constante de PL durante 1995 (Figura 11) y un patrón unimodal. La LC mínima (1.02 mm) y máximo (3.38 mm) se registró el 12 y 14 de julio respectivamente. La distribución de la FR de la LC de PL de camarón café mostró reclutamiento constante y un patrón unimodal (Figura 12). La LC mínima (1.08 mm) y máxima (2.50 mm) se registraron el 12 y 16 y 24 de julio respectivamente.

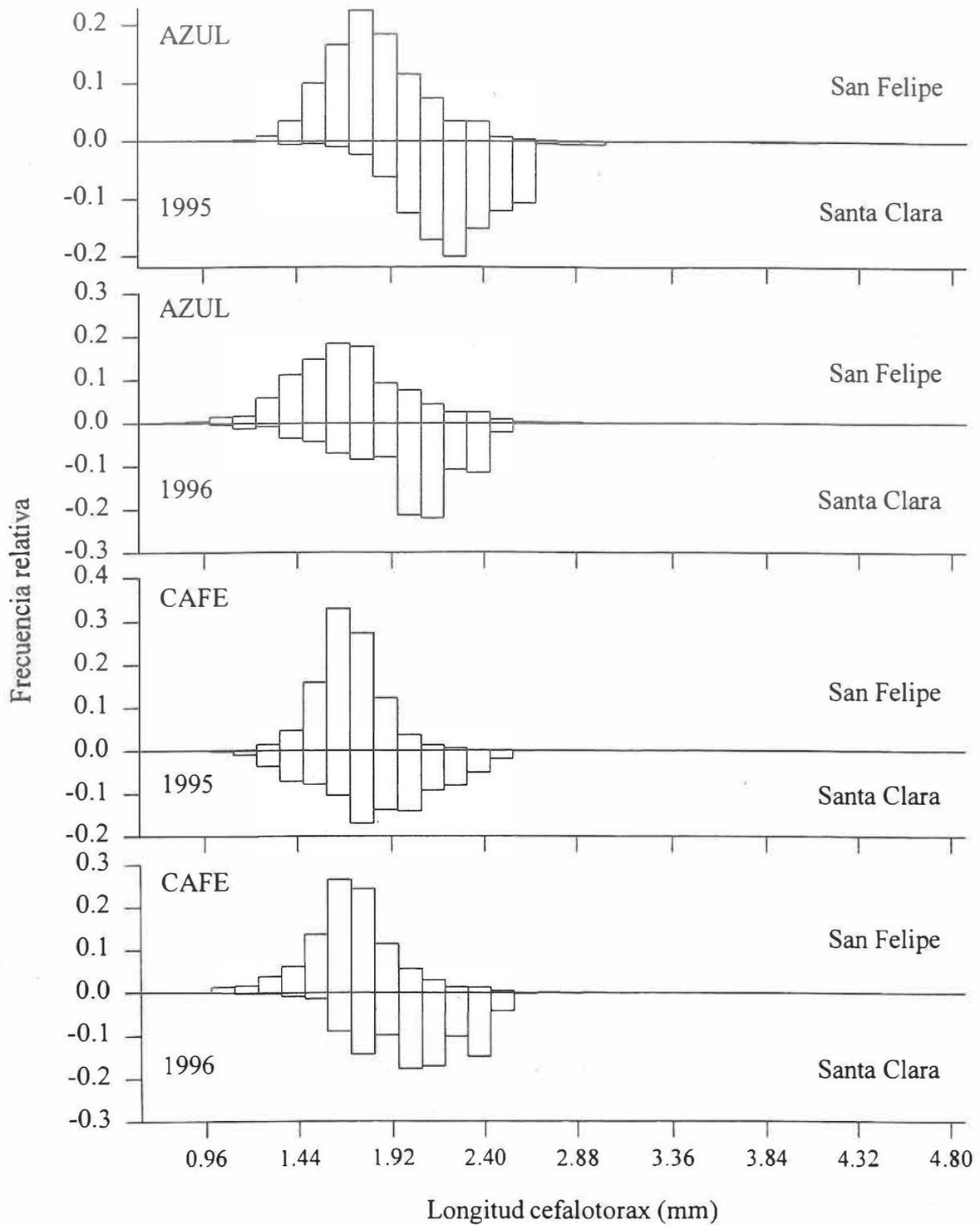


Figura 10. Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de las postlarvas de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996. La frecuencia relativa negativa indica Santa Clara.

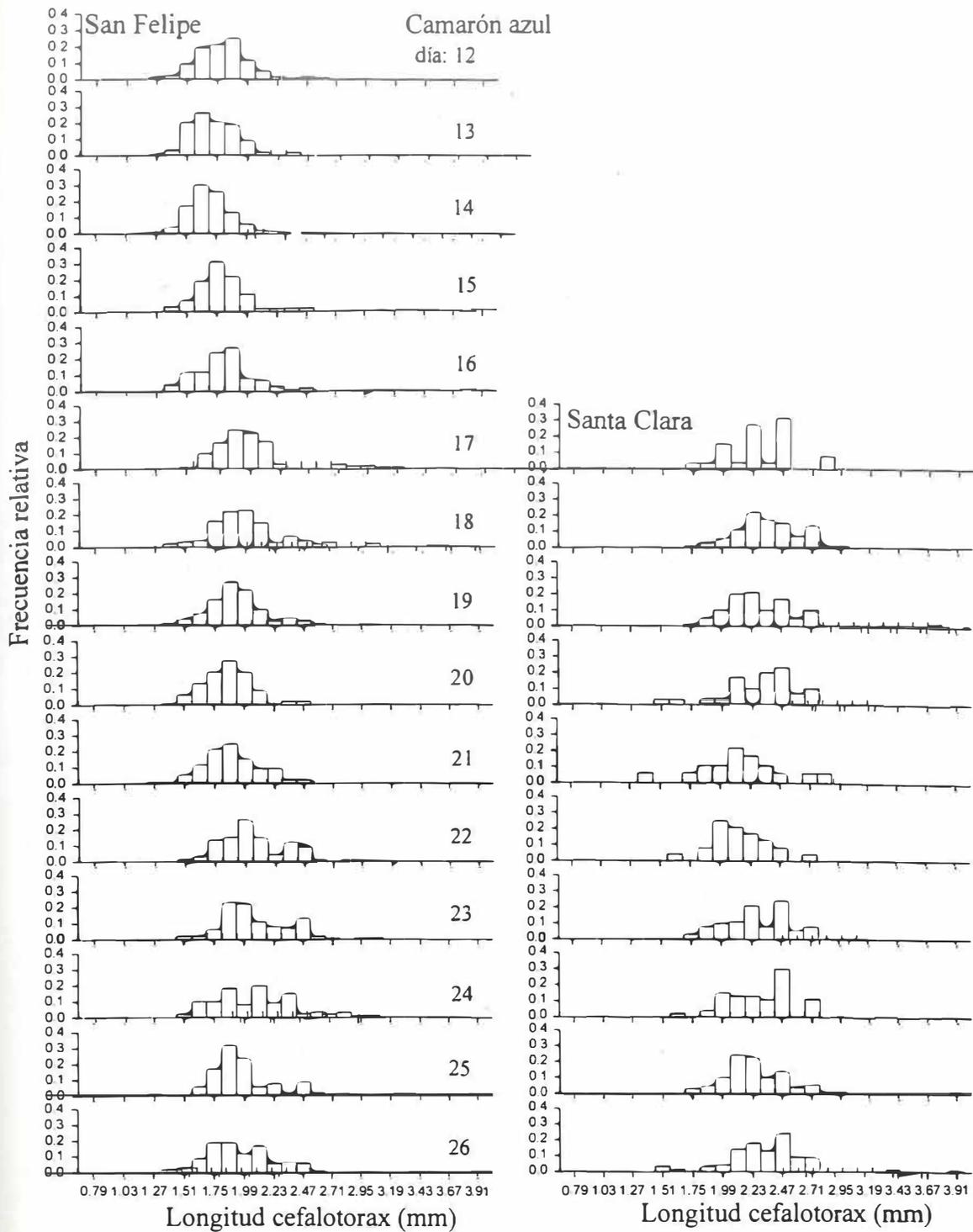


Figura 11. Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón azul en San Felipe y Santa Clara durante julio de 1995. $n = 2675$ y 959 respectivamente. Se indica el día del mes.

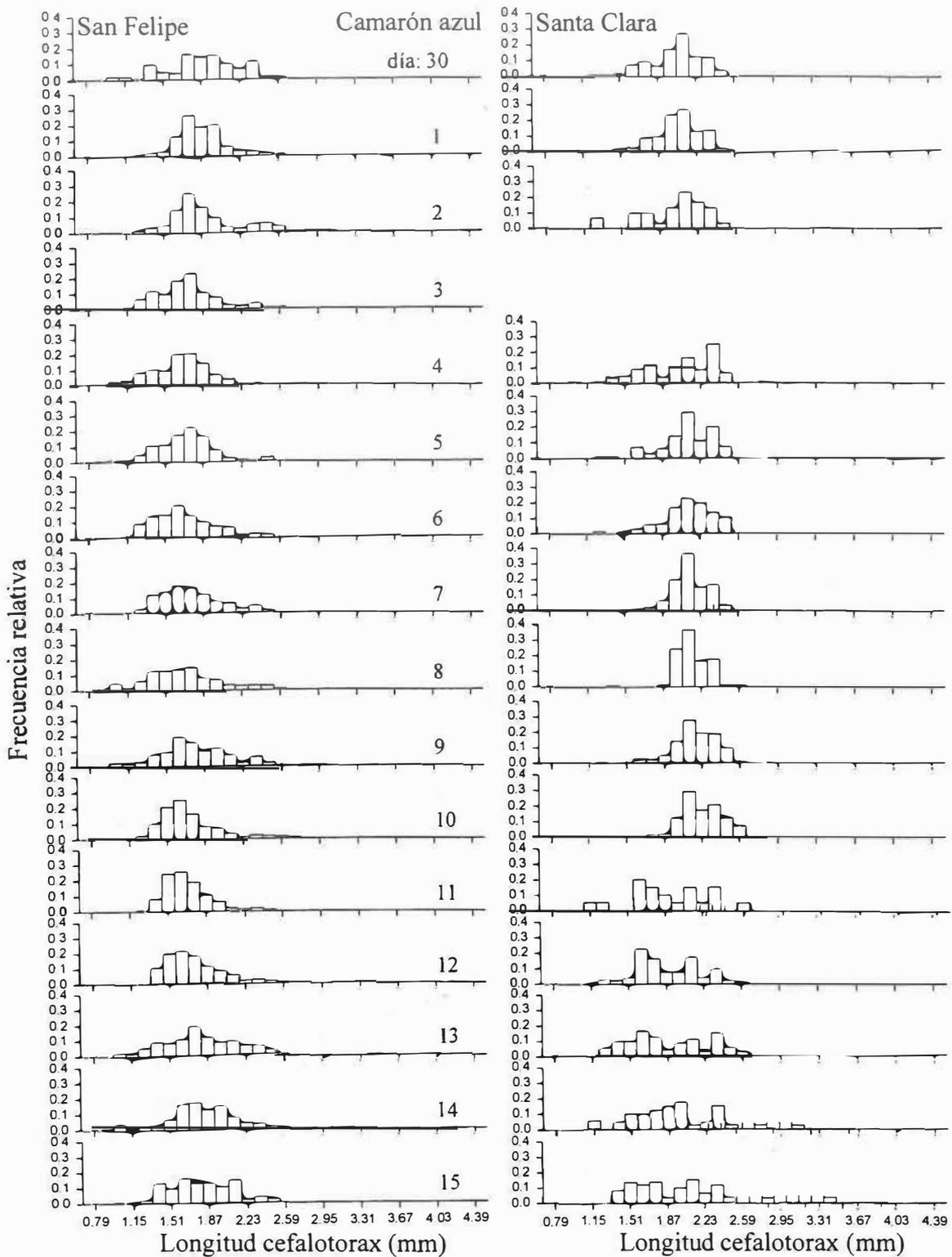


Figura 13. Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de postlarvas de camarón azul en San Felipe y Santa Clara durante junio y julio de 1996. $n = 4964$ y 1382 respectivamente. Se indica el día del mes.

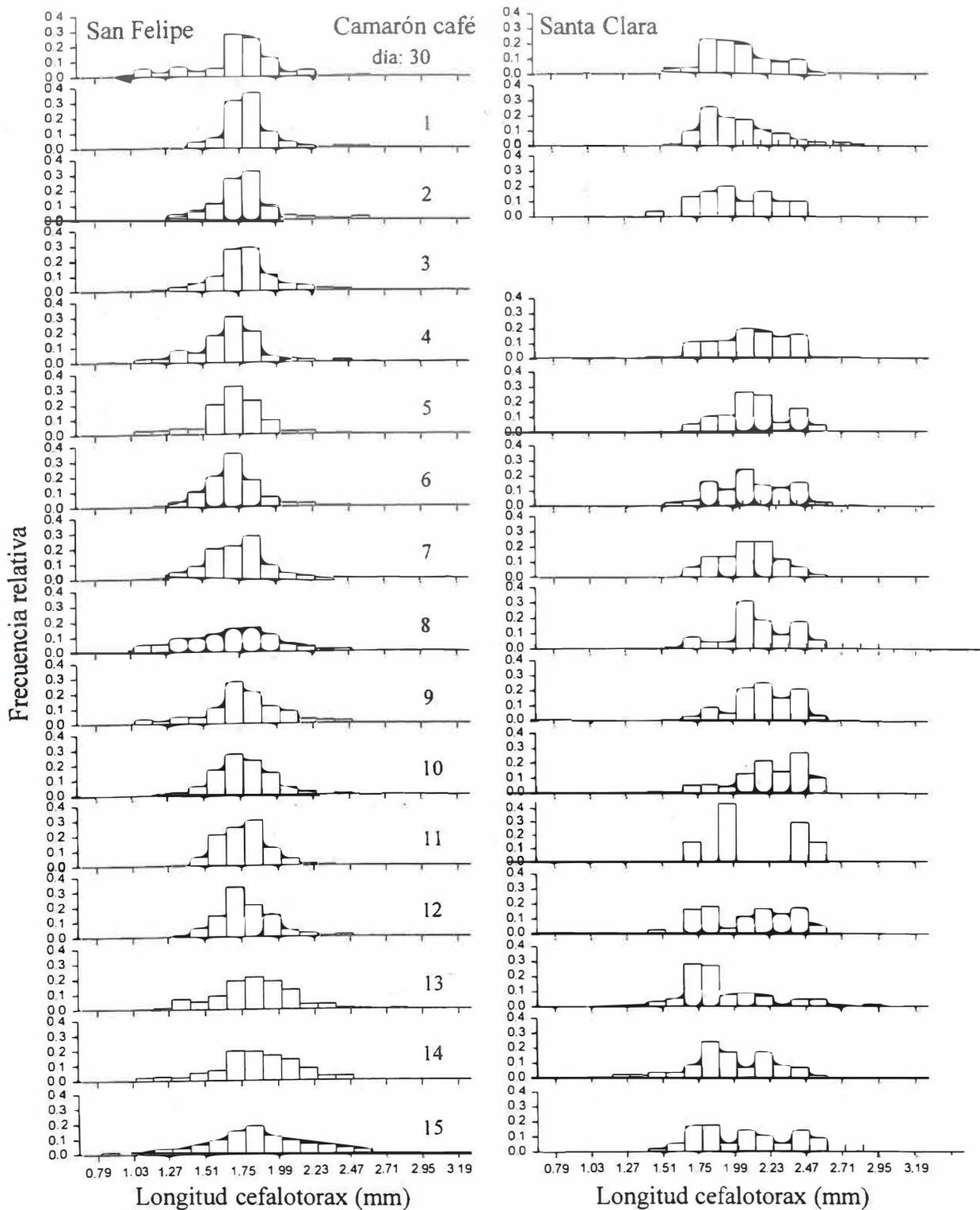


Figura 14. Distribución de la frecuencia relativa de la longitud del cefalotorax de las postlarvas de camarón café en San Felipe y Santa Clara durante junio y julio de 1996. n=4617 y 1317 respectivamente. Se indica el día del mes.

Santa Clara, julio de 1995

La distribución de la FR de la LC de PL de camarón azul denotó un ingreso de organismos constante y un patrón unimodal (Figura 11). La LC mínima (1.12 mm) se registró el 18 de julio, mientras que la máxima (3.99 mm) el 19 de julio. La distribución de la FR de la LC de PL de camarón café mostró reclutamiento constante y la pérdida del patrón unimodal (17, 21 y 24 de julio) en ocasiones (Figura 12). El 17 de julio se registró la LC mínima (1.00 mm) y el 24 de julio la máxima (2.56 mm).

San Felipe, junio y julio de 1996

Las LC menores de PL de camarón azul de ambas localidades se registraron en ésta campaña (Figura 13). El reclutamiento o ingreso de PL a la zona de muestreo fue constante y la distribución de la FR de la LC fue unimodal. El 5, 8 y 9 de julio se registró la LC mínima (0.79 mm) mientras que la máxima (4.37 mm) el 9 de julio. La distribución de la FR de la LC de PL de camarón café mostró que existe un ingreso de PL constante y un patrón unimodal a lo largo del muestreo (Figura 14). El 4, 8 y 15 de julio se localizó la LC mínima (0.79 mm), mientras que la máxima (3.21 mm) el 7 de julio.

Santa Clara, junio y julio de 1996

La distribución de la FR de la LC de PL de camarón azul exhibió reclutamiento constante a excepción del 3 de julio donde no se registraron PL de esta especie. Se denota la pérdida del patrón unimodal a finales del muestreo (Figura 13). La LC mínima (1.01 mm) y máxima (2.73 mm) se detectó el 9 y 4 y 9 de julio respectivamente. La distribución de la FR de la LC de PL de camarón café evidenció un ingreso (reclutamiento) constante

(excepto el 3 de julio) y se vislumbra la pérdida del patrón unimodal del 12 de julio hasta el final del muestreo (Figura 14). La longitud mínima (1.16 mm) y máxima (2.85 mm) se detectaron el 13 y 14 y 13 de julio respectivamente.

III.6 Longitud promedio del cefalotorax

La variación de la LC promedio de ambas especies fue similar. Las menores y mayores LC promedio de PL de camarón azul y café por fecha de muestreo ocurrieron al mismo tiempo, al igual que el error estándar (Figura 15 y 16). El máximo error estándar se observó generalmente en LL y LN. En general se registraron mayores LC promedio de ambas especies en Santa Clara, sin embargo el intervalo de variación de la LC de las PL colectadas fue muy similar en ambos sitios.

San Felipe, julio de 1995

Las PL de camarón azul registraron una LC promedio de 1.84 mm en el periodo de muestreo. Las mayores LC promedio por fecha de muestreo se observaron desde poco antes hasta LN, mientras que las menores en LL (Figura 13). La LC promedio mínima (1.66 mm) y máxima (2.04 mm) ocurrió el 13 y 23 de julio respectivamente. El error estándar mínimo y máximo (0.01 y 0.03 mm) se registró el 16 y 24 de julio.

Las PL de camarón café presentaron una LC promedio de 1.70 mm en la campaña. La mayores LC promedio por fecha de muestreo se registraron en LN, mientras que las menores poco antes de CM (Figura 13). El 16 y 25 de julio se observó la LC promedio mínima (1.62 mm) y máxima (1.79 mm). El error estándar mínimo y máximo (0.005 y 0.02 mm) se registró el 18 y 25 de julio.

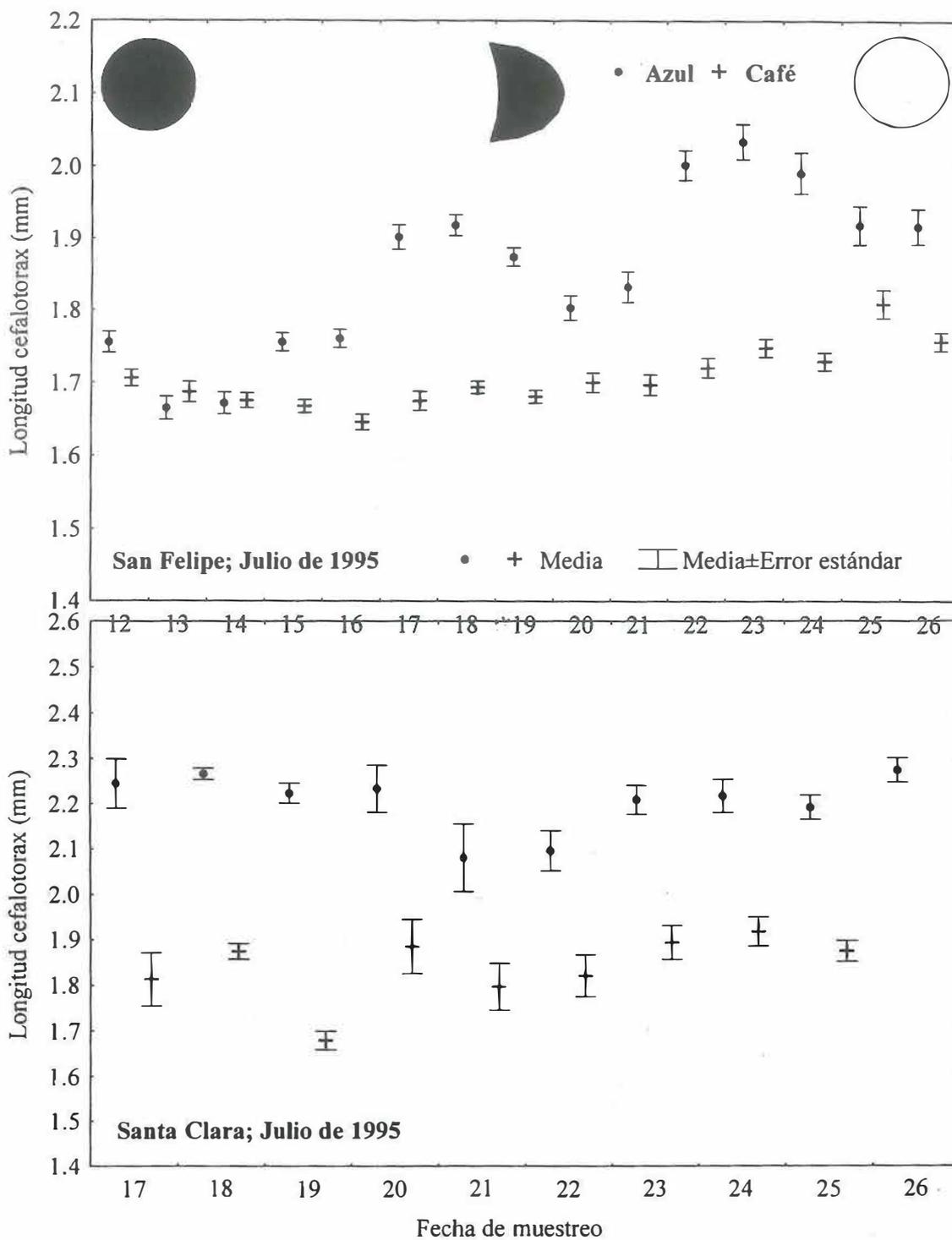


Figura 15. Longitud promedio y error estándar del cefalotorax de las postlarvas de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante 1995.

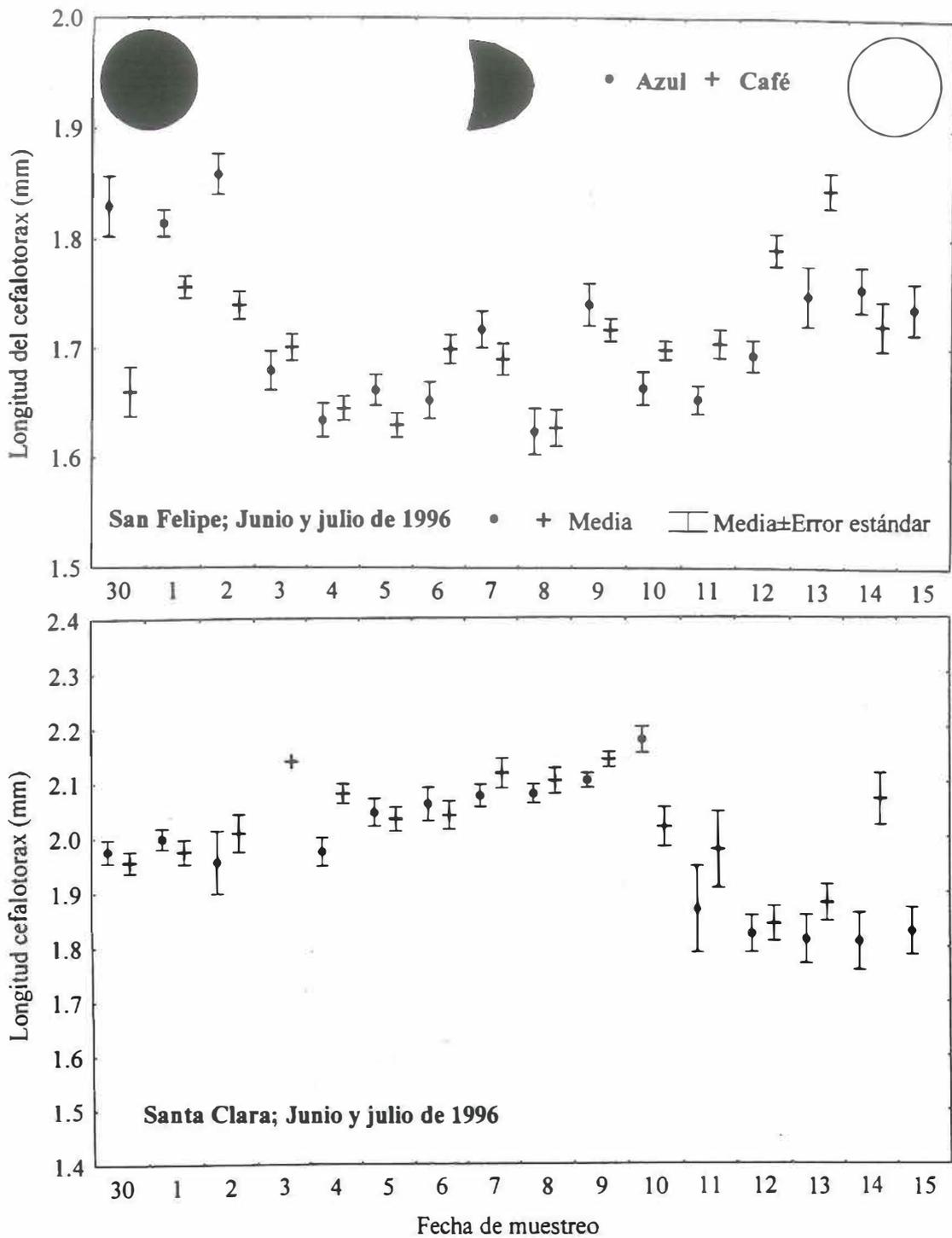


Figura 16. Longitud promedio y error estándar del cefalotorax de las postlarvas de camarón azul y café en San Felipe y Santa Clara durante 1996.

Santa Clara, julio de 1995

Las PL de camarón azul registraron una LC promedio de 2.24 mm durante el periodo de muestreo. Las mayores LC promedio diarias se observaron en LL y LN (Figura 13). La LC promedio mínima fue de 2.08 mm y la máxima de 2.28 mm (21 y 26 de julio respectivamente). El error estándar mínimo y máximo (0.02 y 0.06 mm) se registró el 18 y 21 de julio.

La LC promedio del periodo de muestreo de PL de camarón café fue 1.84 mm. Las mayores LC promedio por fecha de muestreo se observaron poco antes de LN (Figura 13). El 21 y 24 de julio se registraron la LC promedio mínima (1.59 mm) y máxima (1.98 mm) de la campaña de muestreo. El error estándar mínimo y máximo (0.01 y 0.06 mm) se registró el 18 y 20 de julio

San Felipe, junio y julio de 1996

Las PL de camarón azul registraron una LC promedio del periodo de muestreo de 1.71 mm. Los máximos registros de la LC promedio diaria de PL de camarón azul fueron alrededor de LL y LN (Figura 16). La LC promedio mínima fue 1.62 mm (8 de julio) y la máxima 1.86 mm (2 de julio). El error estándar mínimo (0.01 mm) se registró el 1, 5, 6, 10, 11 y 12 de julio, mientras que el máximo (0.03 mm) el 30 de junio y 13 de julio.

La LC promedio de PL de camarón café fue 1.70 mm durante la campaña. Los máximos registros de la LC promedio ocurrieron en LL y LN. La LC promedio mínima (1.60 mm) se registró el 8 de julio, mientras que la máxima (1.79 mm) el 14 de julio (Figura 16). El error estándar máximo (0.02 mm) se registró el 30 de junio y 15 de julio, mientras que el mínimo fue alrededor de 0.01 mm y se observó el resto de las ocasiones.

Santa Clara, junio y julio de 1996

Las PL de camarón azul presentaron una LC promedio de 2.01 mm durante el periodo de muestreo mm. Las mayores LC promedio se presentaron alrededor de CM. La LC mínima (1.81 mm) y máxima (2.18 mm) se registró el 13 y 14 y el 10 de julio respectivamente (Figura 16). El error estándar mínimo y máximo (0.01 y 0.08 mm) se registró el 9 y 11 de julio.

Las PL de camarón café registraron una LC promedio de 2.03 mm durante el periodo de muestreo. Las mayores LC promedio se registraron alrededor de CM (Figura 16). La LC promedio mínima fue de 1.83 mm (13 de julio) y la máxima 2.16 mm (10 de julio). El error estándar mínimo y máximo (0.01 y 0.07 mm) se registró el 9 y 30 de julio.

III.7 Composición porcentual del número de dientes dorsales rostrales

En el caso de camarón azul en San Felipe durante 1995 la mayor composición porcentual correspondió a PL con 4 DDR (Tabla V). Por encima del 83% presentaron de 4 a 6 DDR. El intervalo en el número de DDR registrados fue de 2 a 9. En la campaña de 1996 también fueron mas abundantes las PL de camarón azul de 4 DDR. El 68.8% de ellas presentó 4 y 5 DDR. Se colectaron PL con 3 a 9 DDR.

En Santa Clara durante 1995 la moda en el número de DDR fue de 6 y por encima del 70% exhibieron 6 y 7 DDR (Tabla V). El número de DDR varió de 3 a 10. Durante 1996 sólo se capturaron organismos que presentaron de 3 a 8 DDR. Las PL con 6 DDR fueron las más abundantes. El número de DDR que representó al total de PL colectadas fue de 5 a 7 (65.6%).

La moda en número de DDR de PL de camarón café en San Felipe durante 1995 fue 4 (Tabla V). Se capturaron organismos desde 2 a 8 DDR. El 80.8% de las PL presentaron de 3 a 5 DDR. En 1996 el número de DDR de moda de PL de camarón café colectadas fue 4. El 63.9% registraron 4 y 5 DDR. El intervalo de variación en número de DDR fue de 3 a 8.

En Santa Clara durante 1995 fueron más abundantes las PL de camarón café de 4 DDR, con un intervalo de variación en el número de DDR de 3 a 8 (Tabla V). La mayoría de PL colectadas presentaron 4 y 5 DDR (69.5%). Durante la campaña de 1996 fueron más abundantes (22.6%) PL con 4 DDR. El 66.9% de PL de camarón café exhibió de 4 a 6 DDR y el intervalo de variación en el número de DDR fue de 3 a 9.

Tabla V. Composición porcentual del número de dientes dorsales rostrales de las postlarvas de camarón azul y café de San Felipe y Santa Clara durante 1995 y 1996.

	DDR	Camarón azul (%)		Camarón café (%)	
		San Felipe	Santa Clara	San Felipe	Santa Clara
1995	2	0.1		0.1	
	3	9.0	1.2	16.6	14.2
	4	40.2	4.0	61.8	37.3
	5	30.9	15.9	19.0	32.2
	6	12.5	41.1	2.2	10.3
	7	6.2	30.3	0.4	5.1
	8	0.9	6.9	0.1	1.0
	9	0.1	0.6		
	10		0.1		
		n	1594	856	1851
1996	3	14.3	9.7	19.6	5.9
	4	43.4	16.2	43.8	22.6
	5	25.4	19.2	20.0	22.4
	6	8.5	25.9	9.6	21.9
	7	5.1	20.5	4.2	19.5
	8	2.6	8.4	2.7	7.2
	9	0.7			0.5
		n	272	370	260

Al comparar la composición del número de DDR de las PL colectadas durante 1995 en San Felipe y Santa Clara se encontró que no existen diferencias significativas entre el camarón azul ($p=0.89$) y café ($p=0.40$) entre ambas localidades. Esto también se detectó en la campaña de 1996 para camarón azul ($p=0.40$) y café ($p=0.75$).

III.7.1 Edad según el número de dientes dorsales rostrales

El número de DDR que representó a las PL de camarón azul en ambas campañas y localidades fue de 4 a 7, mientras que las de café fue de 4 a 6 (Tabla VI).

Con base en los cultivos de laboratorio se obtuvo que fueron más abundantes aquellas PL cuyo desove ocurrió entre 18 y 30 días para camarón azul, mientras que entre 14 y 30 días para café y se infiere que se capturaron PL desovadas de 13 a 36 días (Tabla V y VI).

Tabla VI. Número de dientes dorsales rostrales de las postlarvas capturadas en la zona de estudio, edad asignada (EA) y días transcurridos desde el desove (DTD). Inferido de los datos aportados por A. Aragón Noriega y H. Licón González.

DDR	Camarón azul		Camarón café	
	EA	DTD	EA	DTD
1	PL1	12		
2	PL2	13		
3	PL2-PL7	14-18	PL1-PL6	12-17
4	PL7-PL11	18-22	PL3-PL9	14-20
5	PL11-PL13	22-24	PL7-PL10	18-21
6	PL12-PL13	23-24	PL9-PL13	20-24
7	PL17-PL19	28-30	PL13-PL20	24-30
8	PL21	32	PL15-PL20	26-31
9	PL25	36	>PL20	>31
10	>PL25	>36		

Edad asignada; PL2: dos días en estadio postlarval

IV. DISCUSIÓN

El gran intervalo de variación de salinidad y temperatura (Figura 3 y 4) registrada en San Felipe y Santa Clara, puede ser resultado del intervalo de variación del nivel de marea en el AGC, el cual llega a alcanzar alrededor de 8 m en un ciclo diurno (Lavín *et al.*, 1997). El comportamiento similar de la temperatura en ambas localidades (Figura 4) apoya lo anterior. Al bajar la marea, queda descubierta gran extensión de terreno (>1 km), donde permanecen charcas de tamaño considerable. El elevado calentamiento y evaporación que se da en cuerpos de agua pequeños, generó el amplio intervalo de variación de la salinidad y temperatura del agua en la zona litoral.

La no relación entre la abundancia de PL de camarón y la salinidad y temperatura puede deberse a que la abundancia de PL en la zona de muestreo parece estar más determinada por otros factores, sin embargo no se descarta el efecto de la salinidad y temperatura en la fisiología de las PL de camarón.

Con respecto al viento, no se analizó su posible relación con la abundancia de PL. Si el viento de alguna manera influye sobre la abundancia de PL de camarón en la costa, entonces la dirección predominante (SW, S y SE) durante los muestreos (Figura 5), puede favorecer su ingreso al área de crianza (Figura 1). El Delta del Río Colorado ha sido señalada como tal.

Se capturaron las dos especies de PL de camarón que componen la pesquería de éste recurso en el AGC: camarón azul y café. La proporción en la composición específica de PL de camarón varió entre localidad y campaña de muestreo. Esta proporción no correspondió

a la composición específica de las capturas de camarón en el AGC, ya que el 70 y 60% de las capturas en la temporada 1995-1996 y 1996-1997 respectivamente, fue de camarón azul (Sierra y Zárate, 1998). No existen trabajos sobre la composición específica de PL de camarón en el AGC anteriores a la caída de la pesquería de camarón en 1989, para hacer un comparativo con la proporción actual de PL por especie.

El hecho de que la variación de la abundancia de PL de camarón azul y café haya sido similar a lo largo del periodo de muestreo, se explica porque los muestreos se realizaron en julio, o sea durante el pico reproductivo de mayor magnitud de ambas especies de camarón (García Pámanes y Chi Barragan, 1991; Sierra y Zárate, 1998).

La abundancia de PL de camarón con respecto al ciclo nictimeral y la fase lunar durante los muestreos fue de la siguiente manera: se registraron diferencias significativas de la abundancia de PL de camarón en el ciclo nictimeral, con máximos registros durante la noche (capítulo III). En la variación de la abundancia con respecto a las tres fases lunares comprendidas en el muestreo, las máximas colectas fueron durante CM. Al analizar la abundancia entre los periodos antes y después de CM considerando el ciclo nictimeral, se registró interacción significativa sobre la abundancia de PL de camarón azul y café: después de CM la abundancia nocturna fue mayor que la diurna, y generalmente no presentó diferencias significativas con la abundancia diurna y nocturna de antes de CM. Antes de CM no se detectaron diferencias significativas entre la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón azul y café.

La mayor abundancia durante la noche después de CM, parece resultar de la influencia de la interacción del ciclo nictimeral y de la fase lunar en el comportamiento de PL de camarón (Figura 7). La capacidad de las PL de camarón de realizar migraciones verticales (Rothlisberg, 1982) y su fototaxia negativa, parece reflejarse en la menor colecta durante el día en este periodo de tiempo. Con base en éste atributo de las PL, se esperaba una menor abundancia durante el día, ya que las PL evitan la luz al dirigirse hacia el fondo, disminuyendo la depredación (Gliwicz, 1986) al reducir su visibilidad.

Los resultados de Young y Carpenter (1971) en la bahía de Moreton, Queensland, son similares a los de este estudio. Ellos registraron la mayor colecta de PL de *P. plebejus* durante la noche y sugieren que esto fue motivado por la influencia del ciclo nictimeral sobre las PL. Mathews *et al.* (1991) observaron en laboratorio que las PL de *P. aztecuz* (recién capturadas) son muy activas en condiciones de oscuridad en la noche, y que oscuridad artificial en el día no fue suficiente para incrementar su actividad. En general las PL bentónicas presentan mayor actividad durante la noche (García y Le Reste, 1986).

No existe consenso sobre el factor que actúa como la señal que activa la respuesta de las PL de camarón a una corriente cuya dirección favorecería su ingreso al área de crianza. Hughes (1969) y Mathews *et al.* (1991) establecieron en el laboratorio que la migración vertical de PL de camarón se debe a ritmos endógenos, activados por diferencias de salinidad y el ciclo nictimeral; y que esto contribuye a aumentar las distancias de transporte de PL por las corrientes de marea. Los cambios en la presión hidrostática generados por el nivel de marea, también pueden actuar como la señal primaria a la que responden los ritmos endógenos de PL de camarón (Forbes y Benfield, 1986b). Con base en esto, se sugiere que

las PL utilizan la marea selectivamente para ingresar a los estuarios, además, esto ayuda a explicar las distancias tan grandes que recorren las PL en periodos de tiempo tan cortos, arribando a la costa en un promedio de 14 días después del desove (Siu Quevedo. 1995).

Es probable que la mayor abundancia nocturna de PL de camarón después de CM, haya sido determinada principalmente por el ciclo nictimeral, más que por el ciclo de marea. Forbes y Benfield (1986b) sugieren que las PL de camarón abandonan el fondo por el aumento de la presión hidrostática al subir el nivel de la marea en un flujo. Si el ciclo de marea fuera el factor que determinará en mayor medida el arribo de PL de camarón a la costa, considerando el régimen semi-diurno de la marea en el AGC, se esperaría una cantidad similar de PL durante el día y la noche.

Lo contrario sucedió antes de CM, la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón no registró diferencias significativas (Tabla III), por lo que PL colectadas de LL a CM parece no afectarles la iluminación diurna. Sin embargo, Mathews *et al.* (1991) encontraron que la gran actividad nocturna de PL de camarón, la que se reflejaría en una mayor colecta nocturna, se detiene por la presencia de una fuente de luz. Siu Quevedo (1995) propone que las altas velocidades de la corriente de marea re-suspenden a las PL de camarón. eso aquí se descarta dada la capacidad de migración vertical de las PL de camarón, las cuales parecen utilizar selectivamente la corriente de marea.

La abundancia antes de CM en Santa Clara durante 1996, hace sospechar que existen diferencias entre la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón, sin embargo esto no se pudo probar. En el caso de que existan diferencias significativas, la mayor abundancia sería

durante el día, lo que significa que quizás la abundancia respondió a un evento local que no se dio en San Felipe (Figura 7).

Es difícil identificar los factores que motivaron dicha conducta diferencial entre PL de camarón colectadas antes y después de CM. Encontrar una lógica a la abundancia observada, se complica más debido a que una parte de las PL colectadas pueden provenir de zonas de desove cuya distancia entre ellas es considerable, o quizás ya se encuentran en la costa hace varios días.

Probablemente el no haber encontrado diferencias entre la abundancia diurna y nocturna de antes de CM sea debido a que las PL son organismos muy activos y como alrededor de LL la iluminación nocturna es elevada, a las PL parece no afectarles su posición en la columna de agua en un ciclo diurno; además quizás las PL de camarón tardan en responder a la disminución gradual de iluminación lunar que se da hacia CM, dando como resultado la abundancia observada.

La abundancia de PL de camarón considerando las tres fases lunares que abarcó el estudio, registró la mayor colecta de PL durante CM (Figura 7). Esto es contrario a lo esperado, ya que la mayor abundancia de PL de camarón se ha reportado en LL (García, 1977; García y Le Reste, 1986; Siu Quevedo, 1995), con un segundo pico de abundancia en LN (Edwards, 1978; Roessler et al., 1969).

Edwards (1978) sugiere que la mayor abundancia de PL de camarón en LN es parte de la estrategia reproductiva del camarón, ya que éstas al arribar a la costa con la iluminación inherente a la fase lunar mínima, reducen la depredación. Eldred *et al.* (1965) proponen que la mayor abundancia de PL de camarón en LL permite al camarón obtener un

mejor éxito reproductivo. Como el intervalo de variación del nivel de marea en LL y LN es muy grande, la advección inducida (migración vertical) al área de crianza es más efectiva. Con base en los mismos resultados, Macias Regalado (1973) sugiere que la fase lunar influye en la fisiología del desove. La mayor abundancia de PL de camarón registrada en LN y LL está basada en estudios llevados a cabo generalmente en sistemas estuarinos. El amplio intervalo de variación del nivel de marea alrededor de éstas fases lunares pudo generar la variación en la abundancia de PL reportada.

La abundancia de PL de camarón encontrada en este estudio fue contraria a la esperada bajo la hipótesis anterior, con la máxima colecta alrededor de CM y un relativo segundo máximo en LL (Figura 7). Con base en estudios en la bahía de White Water en Florida, Roessler y Rehrer (1971) sugieren que la abundancia de PL de camarón rosado presenta periodicidad lunar, con la mayor abundancia en LN y CM, sin embargo no discuten sobre que factores provocaron esto.

En un mes lunar la mayor turbidez del agua se observa en mareas vivas y la menor en mareas muertas. Este factor también pudo haber influido en la abundancia de PL de camarón reportada con respecto al ciclo nictimeral y la fase lunar, debido a que la depredación visual durante el día puede ser menos efectiva por la alta turbidez, alrededor de LL y LN pueden no observarse diferencias entre la abundancia diurna y nocturna de PL. En los cuartos de luna la turbidez es mínima, si las PL se van al fondo para evitar ser

depredadas, se puede esperar una colecta menor. L.G. Alvarez Sánchez¹ (com. pers.) frente a la estación de San Felipe, detectó en mareas muertas una señal atípica que podría no corresponder a turbidez. Como en este periodo el sedimento en suspensión se deposita, esta señal puede ser producto de la actividad biológica del zooplancton (incluyendo las PL), el cual ante iluminación diurna y baja turbidez se congrega a una profundidad donde su depredación es menos probable. Esta señal ya no la detectó en mareas vivas y menciona que quizás esté encubierta por la alta turbidez en estos periodos. Sin embargo, la variación de la abundancia de PL de camarón corresponde sólo parcialmente con la variación típica de la turbidez, con respecto al ciclo de marea.

Sí las PL de camarón abandonan el fondo en respuesta a un incremento de la presión hidrostática, como lo sugieren Forbes y Benfield (1986b), entonces la mayor abundancia de PL de camarón en la segunda mitad del flujo de marea (Figura 8) puede ser explicado por esto.

Durante el reflujo de marea, las PL de camarón se congregan en los márgenes de los canales de marea, evitando así el ser arrastradas. Esto es aprovechado para capturarlas para la acuicultura; en cambio la colecta se suspende en la calma que existe entre el flujo y reflujo de la marea, ya que las PL abandonan la orilla del canal (presente autor).

Con base en lo anterior se sugiere que existe una advección inducida por las PL de camarón, al utilizar selectivamente la marea con el fin de arribar al área de crianza. En éste estudio, se observó un incremento paulatino de la abundancia de PL de camarón al transcurrir el flujo de marea (Figura 8). La relativa calma del final del reflujo e inicio del

¹ CICESE. Departamento de Oceanografía Física.

flujo de la marea, puede actuar como la señal que genera que las PL migren a la superficie. Esto explicaría el incremento paulatino de la abundancia al transcurrir el flujo de marea. Al final del flujo de marea, cuando la velocidad del flujo es poca, generalmente existió una disminución de la abundancia de PL de camarón (Figura 8), probablemente motivada por el hundimiento de las PL, de esta manera pueden evitar ser arrastradas por el reflujó de marea que se aproxima. Esto coincide parcialmente con lo reportado por Young y Carpenter (1977) en la bahía de Moreton, Australia, quienes mencionan que *P. plebejus* limitó su actividad nocturna a las tres primeras horas del flujo de marea. Durante el reflujó de marea las PL de camarón pueden refugiarse en la capa frontera del fondo (Mann y Lazier, 1991) evitando de ésta manera ser barridas por el fuerte reflujó.

Hughes (1969a) trabajando en laboratorio con PL de *P. duorarum* recién capturadas, sugiere que los movimientos de PL de camarón están asociados a los ciclos de marea, debido a la respuesta de éstas a los gradientes de menor a mayor salinidad de los estuarios hacia mar abierto. Por lo que ante una disminución de salinidad (agua estuarina, reflujó de marea) las PL de camarón se hunden, y al aumentar la salinidad (agua marina, flujo de marea) las PL migran a la superficie. La salinidad parece no ser la señal a la que responden las PL del AGC, debido a que el gradiente de mayor a menor salinidad en la zona se presenta generalmente desde la zona del Delta del Río Colorado hacia el sur (Alvarez Borrego *et al.*, 1975; Nieto García, 1998). Sí las PL de camarón del AGC responden a los cambios de salinidad de la manera que lo propone Hughes (1969) entonces sería poco probable que arribaran al AGC. Sin embargo, el gradiente de salinidad se invierte cuando

existen ligeras precipitaciones locales o descargas de agua dulce esporádicas por parte de las presas mexicanas hacia el Río Colorado, provocando condiciones estuarinas efímeras.

Las correlaciones positivas significativas encontradas del tercer al séptimo desfase en días de la abundancia promedio diaria de PL de camarón con respecto al intervalo de variación del nivel de marea (figura 9; Tabla IV), indica que de 3 a 7 días después de los máximos intervalos de variación del nivel de marea se encontraron las mayores abundancias, es decir cuando el intervalo de variación de la marea en un ciclo diurno fue mínimo. Con base en esto y la moda en el número de DDR (Tabla V y VI), se estimó que los desoves más intensos ocurrieron de CM a CC (14 a 30 días antes). Si la mayor abundancia de PL de camarón observada durante CM es parte de la estrategia reproductiva de los camarones del AGC, el que la mayor cantidad de PL arriben a la costa durante periodos de menor energía de marea (CM) puede permitir un establecimiento más exitoso de PL en la zona litoral.

En resumen, no fue posible identificar un factor o factores que expliquen gran parte del patrón de la abundancia relativa de PL de camarón observado en el AGC. A pesar de haber encontrado relación con algunas variables ambientales (ciclo nictimeral, fase lunar, hora del flujo de marea e intervalo de variación del nivel de marea) hubo ocasiones donde esto no se detectó. Esta relación de la abundancia de PL con estos factores ambientales podría ser casual, sin embargo, es más probable que la abundancia de PL de camarón en la costa sea producto de la influencia de la combinación de éstos con otros factores ambientales y los ritmos endógenos sugeridos por Hughes (1969) y Mathews *et al.* (1991).

Si la abundancia diurna y nocturna de PL de camarón antes de CM en Santa Clara (1996) son diferentes entre sí, entonces eventos locales pueden estar influyendo sobre la abundancia de PL. Además, quizás la respuesta fisiológica de las PL a las diferentes variables ambientales, puede variar de acuerdo al momento en que se realiza el desove. Las PL desovadas durante LN pueden tener respuesta diferencial al medio ambiente con respecto a las que son producto de desoves realizados en LL o en los cuartos de luna. Lo anterior lo observó Hughes (1972) en laboratorio, con PL de *P. duorarum* colectadas en LL y LN, las cuales en agua con flujo nadaron en sentido contrario a la dirección de nado de las PL colectadas durante los cuartos de luna.

Existe una serie de elementos que apoyan que la zona costera actúa como área de crianza de PL de camarón al igual que la zona del Delta del Río Colorado. Con base al número de DDR de cada estadio de PL obtenido en laboratorio, se calculó que en general las PL de camarón azul y café colectadas en el campo eran producto de desoves ocurridos entre 13 hasta 36 días (Tabla VI), y que gran cantidad de PL eran de hábitos preferentemente bentónicos; además se colectó gran cantidad de juveniles en los arrastres.

El intervalo de variación del número de DDR de las PL colectadas, sugiere que éstas permanecen en la zona costera, caso contrario a las PL de camarón azul y café que arriban a la costa sur de Sinaloa, cuyo número de DDR (2 a 4) indica que no permanecen en la costa (G. Rodríguez Domínguez¹). Con base en el ciclo de vida de camarón azul y café, se

¹ Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa.

esperaba que el intervalo de variación y la moda del número de DDR de las PL colectadas fuera menor.

Entre 1994 a 1997 el gasto de la presa Morelos fue nulo (Nieto García, 1998). Este periodo comprende los muestreos, por lo que las PL de camarón no dispusieron de condiciones estuarinas. La gran capacidad de adaptación del camarón a diferentes condiciones ambientales (García y Le Reste, 1986), permite a las PL tolerar las altas salinidades que se registran en el AGC (Alvarez Borrego *et al.*, 1975; Lavín *et al.*, 1998).

En estuarios al sur de Sinaloa ingresa un 83, 9, 7 y 1% de PL de camarón blanco, café, rojo y azul (Castillo Moreno *et al.*, 1992; Félix Ortiz *et al.*, 1991). La captura de juveniles es 90% de camarón blanco, casi 10% de azul y café, y un mínimo de rojo (Sepulveda, 1976). Como la emigración de juveniles al mar es impedida por tapos, la proporción por especies de camarón pescada indica que el camarón azul logra sobrevivir bajo condiciones estuarinas y el café parece ingresar por acarreo de marea ya que sobrevive muy poco.

La capacidad de adaptación de PL a distintos ambientes, les permite usar la zona costera como área de crianza, esto explica en cierta medida el que las poblaciones de camarón del AGC no hayan sido afectadas dramáticamente por la alteración de su hábitat, debido a la construcción de presas sobre el cauce del Río Colorado desde 1939 (Owen y Raymond, 1996).

La costa oeste del AGC tiene grandes marismas de lodo derivado del Río Colorado (Thomsom, 1969) donde el camarón puede refugiarse de depredadores y disponer de alimento en abundancia. Esta zona comprende una línea recta a la altura de Santa Clara

hasta el cerro El Machorro que colinda con San Felipe (Felix Pico y Mathews, 1975) y comprende ambas zonas de muestreo.

En resumen se sugiere que las PL de camarón pueden utilizar como área de crianza la zona costera del AGC al igual que la zona del Delta del Río Colorado con base en el amplio intervalo en número en DDR de las PL colectadas en ambas localidades. Lo anterior se apoya en que (a) el AGC es un antiestuario, (b) la capacidad de adaptación del camarón a diferentes ambientes y (c) el fondo lodoso provee de alimento y refugio. Lo somero y la relativa calma en la circulación costera pueden favorecer el establecimiento de PL de camarón.

La mayor concentración de reproductores de camarón azul y café durante junio de 1996 se detectó entre la isobata de 15 a 50 m de profundidad (A.R. García Juárez, com. pers.¹). Las PL de camarón colectadas durante la campaña de 1996 en ambas zonas de muestreo son producto del desove de estos reproductores. La ubicación de reproductores nos dice que las PL de camarón provienen de distintas poblaciones, lo que no implica que las que son producto de desoves del lado continental no arriben al lado peninsular y viceversa.

Se identificó reclutamiento constante en ambas localidades, excepto el 3 de julio de 1996 en Santa Clara. No parece lógico que esto se deba a una interrupción del desove de un día de duración en pleno pico reproductivo, además, ese día la abundancia en San Felipe fue

muy alta. Las condiciones registradas no difieren mucho a otros días donde si se capturaron PL : día soleado, noche despejada, corriente y oleaje leve. El no haber capturado PL o juveniles de camarón pudo deberse a que éstas se trasladan a lo largo de la costa, lo que provocó disponibilidad nula.

Los máximos registros de LC promedio con respecto a la fase lunar no mostraron un patrón definido (Figura 15 y 16) aunque generalmente se observó la LC promedio máxima alrededor de LL y LN. El registro de las LC medias máximas alrededor de CM (Santa Clara, 1996; Figura 16) coincidió con un evento de vientos de gran velocidad y persistencia (Figura 5). Los días donde se observan las tallas menores de LC promedio podría deberse a que arribaron en su mayoría organismos cuyo desove ocurrió en zonas cercanas al área de muestreo. Sin embargo, no se debe subestimar que existen poblaciones de camarón cuya corta distancia a la costa dificultó la interpretación de la LC de PL de camarón que arribaron a la costa.

El error estándar de la LC promedio parece guardar relación con la fase lunar, con el mayor error estándar por lo general en LL y LN (Figura 15 y 16). No existe un motivo aparente que explique esto, sin embargo, sí en LN (poca iluminación) las PL bentónicas se re-suspenden (organismos de gran actividad) y se mezclan con las que están arribando se esperaría encontrar una mayor variabilidad en la talla.

¹ Centro regional de Investigaciones Pesqueras, Unidad Guaymas. Sonora.

El registro del camarón blanco por primera vez en el AGC, parece explicarlo una fuga de PL de las instalaciones de la granja acuicola Maritech que opera adyacente al AGC. Esta empresa cultivó esta especie hasta 1996. Con base en la biología de la especie, las PL introducidas accidentalmente al AGC tienen pocas probabilidades de llegar a juvenil. La presencia de camarón blanco también puede deberse a la existencia de una población de camarón blanco en el AGC. Si esto es cierto, entonces el límite de su distribución sería el AGC. Pérez Farfante (1970) reportó su presencia en el norte del Golfo de California. Sin embargo Hendrickx (1996) menciona que esto no está confirmado por capturas de esta especie.

La abundancia de PL de camarón del AGC parece corresponder en parte a una respuesta de éstas al grado de visibilidad en la columna de agua, ya sea por iluminación o turbidez. Ésta respuesta puede ser la que originó la asociación de la abundancia de PL de camarón y el ciclo de marea, por lo que al realizar un análisis de la abundancia de PL no se deben dejar de lado estos factores, y se deben buscar factores asociados a dichos ciclos que pueden estar influyendo sobre la abundancia de PL en el AGC.

Con base en la biología de los camarones del SE de la boca del Golfo de California, la zona del Delta del Río Colorado ha sido considerada como el área de crianza de PL de camarón. Este es el primer trabajo que propone con evidencias que la zona costera del AGC actúa como área de crianza de PL de camarón al igual que la zona del Delta del Río Colorado. Esta aseveración debe ser tomada en cuenta a la hora de la toma de decisiones, para un manejo adecuado de la zona costera y del recurso camarón.

V. CONCLUSIONES

- I. La abundancia de postlarvas de camarón azul y café en el AGC mostró relación con el ciclo nictimeral, con máximos registros durante la noche.
- II. La máxima abundancia de postlarvas de camarón azul y café con respecto a la fase lunar se registró alrededor de CM, con un segundo máximo en luna llena.
- III. La interacción del ciclo nictimeral y la fase lunar fue significativa sobre la abundancia relativa de postlarvas de camarón azul y café del AGC. No hubo diferencias entre la abundancia del día y la noche antes de CM, mientras que hubo mayor abundancia durante la noche después de CM.
- IV. La máxima abundancia de postlarvas de camarón del AGC en el ciclo de marea se registró en el menor intervalo de variación del nivel de marea y durante la segunda mitad del flujo de marea.
- V. Con base al amplio intervalo de variación y al igual número de dientes dorsales rostrales en ambas zonas de muestreo, se sugiere que la zona costera del AGC actúa como área de crianza al igual que la zona del Delta del Río Colorado.

LITERATURA CITADA

- Alvarez Borrego, S., B.P. Flores Báez y L. Galindo Bect. 1975. Hidrología del Alto Golfo de California II. Condiciones durante invierno, primavera y verano. *Ciencias Marinas* 2(1): 21-36 p.
- Calderón-Aguilera, L.E. y Burgueño-Aburto, J. 1993. Análisis y Evaluación de la Situación Actual de la Pesquería de Camarón (*Penaeus sp.* en el Golfo de California. Inf. Técnico. Com. Académicas, Serie Ecología, CICESE. 21 pp.
- Calderón-Pérez J.A., E. Macias-Regalado, F.A. Abreu-Grobois y Rendón-Rodríguez. 1989a. Antennular flagella: A useful character for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the Gulf of California. *Journal of Crustacean Biology* 9(3): 482-491 p.
- Calderón Pérez, J.A., E. Macias Regalado y S. Rendón Rodríguez. 1989b. Clave de identificación para los estadios de postlarva y primeros juveniles de camarón del Género *Penaeus* (CRUSTACEA:DECAPODA) del Golfo de California. México. *Ciencias Marinas*, 15(3): 57-70 p.
- Calderón Pérez, J.A. y C.R. Poli. 1987. A physical approach to the postlarval *Penaeus* immigration mechanism in a mexican coastal lagoon (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México*, 14(1): 147-156 p.
- Castillo Moreno, G., S. Castañeda Barrón, T. de J. López Alfaro, C. Ñonthe Ramos, F. López Bautista, F.R. López Barreras. 1992. Composición y abundancia de postlarvas del género *Penaeus* y grupos zooplanctónicos acompañantes en el estero Ostial y zona litoral adyacente de junio de 1990 a julio de 1991. Mem. Servicio Social Universitario. Escuela Ciencias del Mar, UAS. 81 pp.
- Chávez, E.A. y M.C. Rodríguez de la Cruz. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis* Holmes) del Golfo de California.
- Cohen, E.B., M.P. Sissenwine, and G.C. Laurence. 1988. The recruitment problem for marine fish population with emphasis on Georges Bank, p. 373-393. En B.J. Rothschild [ed.]. *Toward a theory on biological-physical interactions in the world ocean*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Cushing, D.H. 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Dall, W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg, D.J. Staples. (1990). The Biology of the Penaeidae. En: Blaxter, J. H. S.; Southward, A. J. (Eds.) Adv. in Mar. Biol. Vol. 27. Academic Press, London, 489 PP.
- Del Valle, L.I. 1989. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 266 pp.
- Edwards, R.R.C. (1978). The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific coast of Mexico. Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev. (16): 145-180 p.
- Eldred, B., J. Williams, G.T. Martin y E.A. Joyce Jr. (1965). Seasonal distribution of penaeid larvae and postlarvae of the Tampa Bay area, Florida. Florida State Board of Conservation, Technical Series (44) 47 pp.
- Félix Ortiz, J.A., O. Morales Pacheco, J.R. Padilla Gutiérrez, M.A. López Ibarra, J.R. Partida Lamberén, J.C. Padilla Corona y D.A. Tiznado Díaz. 1991. Composición y abundancia de postlarvas del género *Penaeus* y grupos zooplanctónicos acompañantes en el estero Ostial y zona litoral adyacente. Junio 1989 a junio 1990. Tesis Licenciatura. Ciencias del Mar, U.A.S. 77 pp.
- Felix-Pico, E. y C.P. Mathews. 1975. Estudios preliminares sobre la ecología del camarón en la zona cercana a la desembocadura del Río Colorado. Ciencias Marinas, 2(2): 68-85 p.
- Flores-Gutiérrez, C. 1986. Distribución y abundancia y madurez gónadal de camarones *Penaeus* en la costa de Sinaloa durante primavera-verano de 1985. Memorias del primer intercambio académico sobre investigaciones del Mar de Cortés. CICTUS-CONACyT. (1): 64-85 p.
- Forbes, A.T. y M.C. Benfield. 1986b. Tidal behaviour of postlarval penaeid prawns (Crustacea Decapoda Penaidae) in a southeast African estuary. J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. (102): 23-34 p.
- García Pámanes, F. y G. Chi Barragán. 1991. Biología reproductiva y dinámica poblacional del camarón azul *P. stylirostris* (Stimpson) en el Alto Golfo de California. Informe final. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Enero de 1989 a enero de 1991. U.A.B.C., B. C., México. 100 pp.
- García, S. 1977. Biologie et dynamique des populations de crevettes roses, *Penaeus duorarum notialis*, (Perez-Farfante, 1967) en Côte d'Ivoire. Trav. Doc. Orstom, París, (79): 271 pp.

- García, S. y L. Le Reste. (1986). Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca, (203): 180p.
- García, S. (1988). Tropical penaeid prawns. En: Fish Population Dynamics (J.A. Gulland Ed.). Second edition (9): 219-249 p. John Wiley, Chichester.
- Gliwicz, Z.M. 1986. A lunar cycle in zooplankton. Ecol. 67(4): 883-897 p.
- Hill, A.E. 1994. Horizontal zooplankton dispersal by diel vertical migration in sea tidal currents on the northwest European continental shelf. Cont. Shelf Res. 14(5): 491-506 p.
- Hendrickx, M.E. 1996. Los camarones Penaeoidea bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico mexicano. Com. Nal. para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México. 147 pp.
- Hughes, D.A. 1969. Responses to salinity change as a tidal transport mechanism of pink shrimp, *Penaeus duorarum*. Biol. Bull. (136): 43-53 p.
- Hughes, D.A. 1972. On the endogenous control of tide-associated displacements of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. . Biol. Bull. (142): 271-280 p.
- Jones, A.V., D.E. Dimitriou, J.J. Ewald, y J.H. Tweedy. (1970). Distribution of early developmental stages of pink shrimp, *P. duorarum* in Florida waters. Bull. of Mar. Sci. (20): 634-661 p.
- Kitani, H. y J.N. Alvarado. 1982. The larval development of the pacific brown shrimp *Penaeus californiensis* Holmes reared in the laboratory. Bull. of the Japan. Soc. Sci. Fish. 48(3): 375-389 p.
- Lavín, M.F., V.M. Godínez y L. Alvarez. 1998. Inverse-Estuarine features of the upper Gulf of California. Estuarine, Coastal and Shelf Science (47): 769-795 p.
- Lavín, M.F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. En: M.F. Lavín editor. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Unión de Geofísica Mexicana. Monografía No. 3, 41-171 p.
- Lhomme, F. 1979. Biologie et dynamics de *Penaeus duorarum notialis* (Perez-Farfante, 1967) au Sénégal. Partie 4. Phase Juvenile. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (70): 69 pp.

- Macias, R.E. 1973. Estudio sobre patrones de distribución de postlarvas de camarón del genero *Penaeus* durante sus movimientos entre el mar y las lagunas costeras. Instituto de Biología, U.N.A.M. 62 pp.
- Maciel Gómez, A.H. 1995. Abundancia de postlarvas de camarón (*Penaeus* sp) durante el período reproductivo 1993 en una localidad del Golfo de California. Tesis de maestría. Ecología Marina. CICESE. 66 pp.
- Mair, J.McD. 1979. The identification of postlarvae of four species of *Penaeus* (CRUSTACEA:DECAPODA) from the Pacific Coast of México. J. Zool. (188): 347-351 p.
- Mair, J.McD., J.L. Watkins y D.I. Williamson. 1982. Factors affecting the migration of postlarval Penaeid shrimp into a Mexican Lagoon System. Oceanol. Acta, No. S.P. Proceedings International Symposium on Coastal SCOR/IABO/UNESCO; Bordeaux, France, 1981. 339-345 p.
- Mann, K.H. y J.R.N. Lazier. 1991. Dynamics of Marine Ecosystems. Biological-Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Scientific Publications. 465 pp.
- Marinone, S.G. y M.F. Lavín. 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. En: M.F. Lavín, editor. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana, 113-139 p.
- Matthews, J.B. 1969. Tides in the Gulf of California En: D.A. Thomson (ed) Environmental Impact of Brine Effluents of the Gulf of California, U.S. Dept. Int. Res. Dev. Prog. Rep., No. 387.
- 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. International Shrimp Releasing, Marking and Recruitment Workshop, 1978.
- Mathews, T.R., W.W. Schroeder y D.E. Stearns. 1991. Endogenous rhythm, light and salinity effects on postlarval brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives recruitment to estuaries. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., (154): 177-189 p.
- Miranda R.F., S. Reyes Coca y J. García López. 1990. Climatología de la región noroeste de México. Parte I: Precipitación Rep. Tec. EBA. No. 3. CICESE, Ensenada, B.C. México, 160 pp.
- Nieto García, E. 1998. Nutrientes en el norte del Golfo de California durante condiciones estuarinas y antiestuarinas. Tesis maestría. CICESE. 130 pp.

- Owen-Joyce, S.J. y L.H. Raymond. 1996 An accounting system for water and consumptive use along the Colorado River, Hoover Dam to Mexico. U.S. Geological Survey Water-Supply. Paper 2407. 94 pp.
- Penn, J.W. 1980. Spawning and fecundity of the western king prawn, *Penaeus latisulcatus* Kishinoue, in Western Australia waters. Aust. J. Mar. Freshwater. Res. (31): 21-35.
- Pérez Farfante, I. 1970. Claves ilustradas para la identificación de los camarones comerciales de la América Latina. Int. Nal. Inv. Pesq. Ser. Divulgacion. (3): 1-50 p.
- Poli, R.C. 1984. Patrón de inmigración de postlarvas de *Penaeus* spp. (Crustacea Decapoda Penaeidae) en la boca del Río Baluarte, Sinaloa, México. Tesis Doctoral. UNAM 182 pp.
- Racek, A.A. 1959. Prawn investigations in eastern Australia. Research Bulletin, State Fisheries, New South Wales 6(1): 1-57 p.
- Rodríguez de la Cruz, M.C. (1976). Distribución de estados larvales y postlarvales de los géneros de la familia Penaeidae en la parte central y norte del Golfo de California, México. Programa camarón del Pacífico. Est. de Inv. Pesq. de Guaymas, Son., INP, S.I.C. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Son., del 8 al 13 de agosto de 1976.
- Roessler, M.A. y R.C. Rehrer. 1971. Relations of catches of postlarval pink shrimp in Everglades National Park, Florida, to the commercial catches on the Tortugas grounds. Bull. Mar. Sci. 21(4): 790-805 p.
- Roessler, M.A., A.C. Jones y J.L. Munro. 1969. Larval and postlarval pink shrimp *Penaeus duorarum*, in south Florida. FAO Fisheries Report No. 57(2): 859-866 p.
- Rothlisberg, P.C. 1982. Vertical migration and its effect on dispersal of penaeid shrimp larvae in the Gulf of Carpentaria, Australia. Fish. Bull. 80(3):541-554 p.
- Sepulveda, A. 1976. Crecimiento y mortalidad de camarón blanco (*P. vannamei* Boone) en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sin., durante la temporada 1974-1975. Mem. del Simp. sobre Biol. y Din. Pob. de Camarón. Guaymas, Son., México, (1): 1-12 p.
- Sierra, R.P. y E. Zárate. 1998. Inicio de la veda de camarón en aguas marinas del Pacífico mexicano en 1998. Dictamen técnico. Inst. Nac. Pesca, México, mimeo. 57 pp.
- Siu-Quevedo, M.E. 1995. Composición específica y abundancia de postlarvas de *Penaeus* spp (CRUSTACEA:DECAPODA) en el canal Ostial del sistema lagunar Huizache-

- Caimanero y en la zona litoral adyacente en Sinaloa, México. Tesis de maestría. CICESE. 79 pp.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1981. Biometry. Second ed. W.H. Freeman and Company. 859 pp.
- Soto López, R. 1969. Mecanismo hidrológico del sistema de lagunas litorales Huizache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronesa. Tesis profesional. U.A.B.C., México. 75 pp.
- Staples, D.J. y D.J. Vance. 1985. Short-term and long-term influences on the immigration of postlarval banana prawns *Penaeus merguensis*, into a mangrove estuary of the Gulf of Carpentaria, Australia. Mar. Ecol. Prog. Ser. (23):15-29 p.
- Subrahmanyam, M. y P.N. Ganapati. 1971. Observations on postlarval prawns from the Godavari estuarine systems (West Bangl., India) with notes on their role in capture and culture fishery. J. Mar. Biol. Assoc. India, 13(2): 95-202 p.
- Subrahmanyam M. y J.K. Rao. 1970. Observations on the post-larval prawns (Penaidea) in the Publikat Lake with notes on their utilization in capture and culture fisheries. Proc. IPFC, 13(2): 113-27 p.
- Thomson, R.W. 1969. Tidal currents and general circulation. En: Environmental Impact of Brine Effluents on Gulf of California. U.S. Dept. Int., Res. and Dev. Prog. Rep. No. 387.
- Young, P.C. y S.M. Carpenter. 1977. Recruitment of post-larval penaeid prawns to nursery areas in Moreton Bay, Queensland. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., (28): 745-773 p.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Second ed. Prentice-Hall, Englewood Cliff. 718 pp.