



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ANÁLISIS DE POBLACIÓN VIRTUAL EN
LA PESQUERÍA DE CAMARÓN CAFÉ
(Farfantepenaeus californiensis, Holmes)
DEL COMPLEJO LAGUNAR DE BAHÍA
MAGDALENA - ALMEJAS, BAJA
CALIFORNIA SUR, MÉXICO.”**

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I Ó L O G O

P r e s e n t a

JUAN ANTONIO GARCÍA BORBÓN



Tutor:

Dr. Francisco Arreguín Sánchez

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

División de Estudios Profesionales

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:
"Análisis de población virtual en la pesquería de camarón caré
(Farfantepenaeus californiensis, Holmes; del Complejo Lagunar
de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México"
realizado por García Borbón Juan Antonio

con número de cuenta 7512600-9 , quien cubrió los créditos de la licenciatura en
Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Tutor (a)
Propietario Dr. Francisco Arequín Sánchez

Propietario M. en C. Ma. Teresa Gaspar Dillanes

Propietario M. en C. José Ignacio Fernández Méndez

Suplente M. en C. Juan Francisco Barba Torres

Suplente Dr. Carlos Díaz Avalos

Atentamente
"POR MI RAZA HARÉ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 15 de noviembre del 2016
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE BIOLÓGIA FACULTAD DE CIENCIAS

Dr. Zenón Caso Santana



DEDICATORIA

A la memoria de mis padres Margarita Borbón Ruíz y Gabriel García Rodríguez.

Para mi compañera, amiga y esposa Adriana Arce Rincón.

A mi hijo Santiago Antonio García Arce.

A mis hermanas y hermanos: Gabriel (qepd), Guille, Marissa, Raúl, Enrique y Manuel.

A mi maestra Biól. Rosa Ma. Olvera Limas.

A mi maestra M. en C. Ma. Teresa Gaspar Dillanes.

A mi maestro Dr. Francisco Arreguín Sánchez.

A mis compañeros y amigos M. en C. Edith Zárate y Pablo Loreto Campos.

Al Dr. J. Humberto Arce Rincón y Dra. Hortensia González Gómez.

AGRADECIMIENTOS

La lista de agradecimientos para las personas que intervinieron en mi formación como Biólogo es interminable, particularmente mis profesores de la Facultad de Ciencias y otros externos de la Universidad de Washington como el Dr. Ray Hilborn y Dr. Billy Ernst; sin embargo, tengo mucho que agradecer a los siguientes por su apoyo y paciencia en la conducción, evaluación y revisión del trabajo de tesis: Dr. Francisco Arreguín Sánchez, M. en C. Ma. Teresa Gaspar Dillanes, M. en C. Francisco Barba Torres, M. en C. José Ignacio Fernández, Dr. Carlos Díaz Avalos, M. en C. Carmen Fajardo León, Biól. Carmen Suárez Higuera y Dra. Georgina Gluyas Millán.

A mis compañeros del Programa Camarón del Pacífico del INP, particularmente a Pablo Loreto C., M. en C. Pedro Sierra R., Dr. Enrique Morales B., M. en C. Edith Zárate B., Ecól. Sebastián Ramos C., Quím. Alejandro Liedo G., M. en C. Alma Rosa García J., Dr. Juan Madrid V., Ocean. Armando Rosas C. y Dr. J. Gabriel Díaz U.

A mis compañeros de carrera y formación profesional: Biól. Ma. Ángeles Martínez Z., Dra. Cecilia Vanegas P., Leopoldo Gómez G., Maribel Cortés G., Biól. Patricia Carrillo, Biól. Ángel Castro P., M. en C. Martha Sandoval Q., M. en C. Edith Zárate B., Ing. Aduino Flores S., Ing. Jesús Gallo R., M. en C. Alejandro Zárate.

A las autoridades del Instituto Nacional de la Pesca que han intervenido en mi formación profesional: Dr. Antonio Díaz de León C., Dr. Miguel A. Cisneros M., Biól. Luis Beléndez M., Dr. Pablo Arenas F., Dr. Luis G. López L., M. en C. Claudia de la Garza M., Biól. Carlos Gómez R. y Dra. Georgina Gluyas M.

A mis compañeros técnicos, administrativos e investigadores del Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz, B.C.S. del Instituto Nacional de la Pesca.

“Es la historia, en cambio, una novela de la verdad, hecha con materiales de bordes vagos y deshinchados, despeñadero de ilusiones, gran tela repleta de remiendos, impreciso trazado de carreteras. Y sin embargo, también es afortunadamente la historia, literatura del fulgor inexacto”.

PIT II (La Lejanía del Tesoro, 1992)

CONTENIDO

1. RESUMEN	7
2. INTRODUCCION	8
3. ANTECEDENTES	10
4. JUSTIFICACION	13
5. OBJETIVOS	14
5. 1. GENERAL	14
5. 2. PARTICULARES	14
6. AREA DE ESTUDIO	15
7. MATERIAL Y METODOS	18
7.1. Fuentes de Información	18
7.1.1. Avisos de arribo	18
7.1.2. Reportes de maquila (Categorías de talla comercial)	19
7.1.3. Muestreo biológico en campo	21
7.1.4. Muestreo en planta maquiladora	22
7.2. Proceso de Información	23
7.2.1. Capturas de camarón	23
7.2.2. Relaciones morfométricas	23
7.2.3. Transformación de la captura mensual por categoría de talla comercial a captura distribuida en intervalos de longitud igualmente espaciados	24
7.2.3.1. Números y pesos en la maquila	24
7.2.3.2. Intervalos de longitud total en las categorías comerciales	25
7.2.3.3. Matriz de transformación de tallas comerciales a longitudes totales igualmente espaciadas en intervalos de 5 mm	25
7.2.3.4. Captura mensual de camarón por intervalos de longitud total igualmente espaciados.....	26
7.2.3.5. Extrapolación de la captura procesada a la captura total mensual de camarón por intervalos de longitud total	26
7.2.4. Captura por grupo de edad	27
7.2.4.1. Estimación de los parámetros del modelo de crecimiento	27
7.2.4.1.1. Estimación de la longitud asintótica (l_{∞})	27
7.2.4.1.2. Estimación del parámetro K	29
7.2.4.2. Descomposición de las distribuciones de frecuencias de longitudes en sus componentes normales. Método de Bhattacharya	30
7.2.4.3. Transformación de la captura por intervalo de longitud a grupos de Edad	32
7.3. Análisis de población virtual (APV)	33
8. RESULTADOS	38

8.1. Capturas de camarón café	38
8.2. Captura procesada	39
8.3. Relaciones morfométricas	40
8.4. Número y pesos de los camarones en la maquila	41
8.5. Transformación de la captura por categoría de talla comercial a intervalos de talla constante.....	41
8.6. Parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy	44
8.7. Clave talla – edad	48
8.8. Mortalidad natural	50
8.9. Selectividad	52
8.10. Análisis de población virtual	53
8.10.1. Tamaño de la población	53
8.10.2. Reclutamiento.....	55
8.10.3. Mortalidad por pesca	57
8.10.4. Tasas de cosecha	60
9. DISCUSIÓN	61
10. CONCLUSIONES.....	66
11. LITERATURA CITADA	68
12. LISTA DE FIGURAS	76
13. LISTA DE TABLAS	78

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del análisis poblacional aplicado a la pesquería de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el complejo lagunar de Bahía Magdalena - Almejas, B.C.S. a lo largo de las temporadas de pesca 1991-1992 hasta la 1996-1997. El objetivo central del estudio fue la estimación de la magnitud del recurso mediante la aplicación del modelo de evaluación de stock denominado Análisis de Población Virtual. De manera complementaria, obtener estimados de la magnitud y temporalidad del reclutamiento y mortalidad por pesca en la pesquería durante el período de estudio.

Las fuentes de información utilizadas corresponden a datos mensuales relativos a la captura total de la pesquería, la captura procesada por categoría comercial de talla de las plantas maquiladoras, y de campañas de muestreo biológico (especie, sexo y longitud y peso total) durante las temporadas de pesca y de veda. Previo al análisis de población virtual se transformó la captura procesada por categoría comercial de talla a captura total por intervalos de longitud distribuidos en intervalos de longitud de 5 mm. Posteriormente, mediante la estimación de las relaciones longitud - peso, la mortalidad natural, la ojiva de selección, los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy y el establecimiento de la clave talla - edad, se estimó la captura por grupo mensual de edad.

Con relación a la estimación de los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, los valores obtenidos fueron, para el parámetro de curvatura, $K = 1.9$ (anual) que corresponde a $K=0.1583$ mensual, para la longitud asintótica $L_{\infty} = 245.6$ mm. La mortalidad natural estimada y utilizada en el presente estudio fue $M=2.13$ (anual). Respecto a la selectividad, el valor obtenido para $L_{50} = 136$ mm. La edad mínima de captura estimada en el periodo de estudio fue de 3 meses, las capturas de camarones mayores de 12 meses son prácticamente mínimas o nulas. Se observó en todas las temporadas un punto de máxima captura entre las edades de 5 y 6 meses y un repunte de la captura de ejemplares de 8 meses.

Las capturas de camarón mostraron una amplia variabilidad interanual denotando una amplia diferencia en los niveles anuales de producción de la población de camarón café en el área de estudio. Las capturas representaron sólo una fracción de la población presente. El reclutamiento se observó en prácticamente todo el año, los picos de mayor abundancia se presentaron principalmente alrededor de septiembre-octubre, abril-mayo y eventualmente en agosto. Sin embargo, los años de más alto reclutamiento y mayores capturas coinciden cuando éste se presenta en septiembre y octubre, periodos en los que además es precedido por una mayor amplitud del proceso.

La tasa de mortalidad por pesca promedio anual por temporada de pesca osciló entre $F=0.74$ (91-92) y $F=1.83$ (92-/93). La media para los diferentes grupos de edad a lo largo de las temporadas de pesca osciló entre $F=0.03$ (3 meses) y $F=3.6$ (12 meses). La media global para la mortalidad por pesca fue de $F=1.24$ (anual).

Al relacionar la captura con la abundancia, las tasas de cosecha promedio por temporada de pesca oscilaron entre 26% y 58 %, con una media global de 46 %, valor que ubica a la pesquería, durante el periodo de estudio, en una posición óptima de explotación.

2. INTRODUCCION

El camarón es el recurso pesquero más importante de México y en general de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, por su alto valor comercial y su elevado potencial reproductor. Se caracteriza además por la estacionalidad de su abundancia y procesos poblacionales, rápido crecimiento, corto ciclo de vida, explotación secuencial, así como por la dependencia de su abundancia respecto a las condiciones climáticas y oceanográficas. Este recurso, al igual que las demás pesquerías de camarón en el resto del mundo, comparte los mismos problemas para su administración y manejo como consecuencia de la variabilidad interanual de las capturas y alta vulnerabilidad a la explotación a lo largo de su corto ciclo de vida (García y Le Reste, 1986).

En la actualidad, el manejo de los recursos pesqueros se basa en el empleo de puntos de referencia biológicos derivados de modelos matemáticos que caracterizan la dinámica de las poblaciones (Sissenwine y Shepherd, 1987; Mace, 1994). Los métodos para el manejo de recursos pesqueros se han enfocado en la mayoría de los casos en la optimización de regulaciones individuales, tales como las cuotas de captura (Moussalli y Hilborn, 1986), el control del esfuerzo pesquero (Hannesson, 1987), control del arte de pesca, o una combinación de varios de ellos (Stollery, 1984). Así, el empleo de modelos cuantitativos constituye hoy día uno de los mecanismos más confiables y objetivos para la recomendación técnica ante las instancias oficiales responsables de la administración de los recursos pesqueros. En este proceso se define la posibilidad de estimar cuantitativamente el nivel y distribución de la mortalidad debida a la pesca que se ejerce en la población, así como el manejo de la incertidumbre asociada al proceso de evaluación del stock. De cualquier forma, independientemente del particular esquema de manejo que se plantee, es necesario en primer lugar conocer el tamaño de la población y la fracción disponible para su explotación. Para ello existen diversos modelos de evaluación de stock; esta variedad de modelos está asociada a la disponibilidad de información relativa al recurso, a las características intrínsecas de la población, el tipo de pesquería y en general, por la misma evolución teórica de la Ciencia Pesquera y el desarrollo tecnológico. Información sobre los modelos de evaluación de stock se puede encontrar en textos clásicos como: Ricker (1975), Gulland (1983), Clark (1985), Hilborn y Walters (1992), Sparre y Venema (1995), Gulland Y Roemberg (1992), Haddon (2001) y Gallucci, *et al.* (1996).

Entre los modelos de evaluación de stock más utilizados en la Ciencia Pesquera se encuentra el denominado Análisis de Población Virtual (APV). Este modelo es un algoritmo recursivo empleado para evaluar, a través de las capturas registradas, la población que debió de haber originado las capturas obtenidas; lo cual implica conocer el patrón de explotación al cual hubo que someter a dicha población, así como obtener estimados anuales del ingreso de nuevos organismos (reclutas) a la pesquería. Esta información de salida del modelo es muy importante para valorar el estado de las poblaciones, y para plantear esquemas de manejo de la pesquería. El APV es considerado como uno de los métodos de evaluación de stock más importantes en el análisis biológico pesquero y representa la columna vertebral de varios métodos de evaluación en donde se dispone de datos estructurados por edad (Hilborn y Walters, 1992).

La pesquería de camarón en el complejo lagunar de Bahía Magdalena – Almejas, B.C.S. es la más importante de este recurso en cuanto a la producción camaronera de la costa occidental de la Península de Baja California. Las especies más importantes en las capturas de esta son el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) y el azul (*Litopenaeus stylirostris*). La participación relativa de ambas a lo largo de una temporada de pesca y aún entre temporadas es variable; sin embargo, el camarón café es la especie más conspicua en las capturas, participando de manera importante en temporadas tanto con alta como con baja producción total. Lo mismo sucede con la participación de esta especie en las capturas de la pesquería de alta mar de la costa occidental de la Península de Baja California y de todo el Pacífico Mexicano. No obstante lo anterior, a la fecha no se encuentra publicado ningún análisis biológico pesquero en el cual se aplique un modelo cuantitativo para evaluar el potencial pesquero y/o el grado de explotación al cual están sujetas las poblaciones de camarón café en esta región.

El presente trabajo pretende contribuir al conocimiento y manejo de la población y pesquería del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., a través del análisis de la explotación mediante la evaluación del tamaño poblacional y el patrón de explotación aplicado en esta pesquería durante las temporadas de pesca 1991-1992 a la 1996-1997.

3. ANTECEDENTES

El camarón café (*Farfantepenaeus californiensis* Holmes, 1900) es un crustáceo decápodo del orden Dendrobranchiata (Bate, 1888) al cual recientemente se ha modificado su posición taxonómica (Pérez Farfante y Kensley, 1997). Anteriormente se denominaba como *Penaeus (Farfantepenaeus) californiensis* Holmes, 1900; sin embargo, de acuerdo con Hendrickx (1996) dada la sugerencia de Pérez Farfante (1977), aceptada 20 años después, de elevar al nivel de familia los grupos supragenéricos correspondientes a Penaeinae, Solenocerinae, Sicyoninae y Aristeinae, la superfamilia Penaeoidea quedó integrada con 5 familias, además de la familia Benthesicymidae. De igual forma, los subgéneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*, en donde se encontraban ubicadas las principales especies de camarones de importancia comercial del Pacífico mexicano, fueron elevados al nivel de género. De esta forma, la especie *californiensis* (camarón café), pertenece actualmente al género *Farfantepenaeus* (Pérez Farfante, 1969) dentro de la familia Penaeidae (Rafinesque, 1815):

Filum: Arthropoda
Clase: Crustacea
Orden: Decapoda
Suborden: Dendrobranchiata
Superfamilia: Penaeoidea
Familia: Penaeidae
Género: *Farfantepenaeus*
Especie: *californiensis*

Con relación a la determinación taxonómica, ésta es fácil de realizar; los aspectos principales a examinar se pueden reconocer en Pérez - Farfante y Kensley (1997) como *Farfantepenaeus californiensis*. Por otra parte, considerando la sencillez práctica en la determinación taxonómica para las dos especies de importancia comercial de la región (camarón café - *Farfantepenaeus californiensis* y camarón azul *Litopenaeus stylirostris* Stimpson, 1871) pertenecen a géneros diferentes, dado que cada una presenta una morfología y coloración específicas de las cuales deriva su nombre científico y común, la información vertida en los avisos de arribo y los reportes de captura registrados en la maquila sobre la especie se puede aceptar con cierta confianza. Las características taxonómicas más importantes para ubicar al camarón café, particularmente para diferenciarlo del camarón azul son las siguientes:

- a) Ranura y carina adrostrales largas, extendiéndose más allá del nivel del diente epigástrico. Carina gastro-frontal presente. Petasma del macho con proyecciones disto-mediales bien desarrolladas, largas o cortas. Télico de la hembra de tipo "cubierto", con placas y receptáculo seminal.
- b) Carina gastro-frontal bien definida y ranura adrostral profunda y extendiéndose (casi) hasta el borde posterior del caparazón. Proyección disto-medial del petasma alargada y puntiaguda (vista ventral); placas laterales del télico contiguas en la porción anterior; que presenta un borde casi transversal, truncado.

Por otro lado, el camarón café es la especie más importante en las capturas de la pesquería de alta mar del Pacífico mexicano (Rodríguez de La Cruz, 1981a; 1981b).

Se le captura, en mayor proporción durante la noche, en la plataforma continental de todo el Pacífico mexicano, principalmente en el Golfo de California, costa occidental de la Península de Baja California (desde Sebastián Vizcaíno) y en el área del Golfo de Tehuantepec (Rodríguez de la Cruz, 1981a; 1981b). En la pesquería artesanal del Pacífico mexicano cobran mayor importancia los camarones azul (*Litopenaeus stylirostris*) y blanco (*L. vannamei*) en virtud a su mayor abundancia y dependencia con los sistemas estuarinos y al mayor valor comercial de éstas; sin embargo, continúa siendo importante la participación del camarón café en las capturas, particularmente en la pesca ribereña del Golfo de California. Esta especie se distribuye desde la Bahía de San Francisco, E.E.U.U., a lo largo de la Península de Baja California hasta Callao, Perú, incluyendo el Golfo de California e Islas Galápagos (Hendrickx, 1996).

El hábitat y batimetría reconocidas para *F. californiensis* son los fondos arenosos o arcillosos, de 2 – 180 m de profundidad (Méndez, 1981; Hendrickx, 1986). Presenta su mayor abundancia entre 25 y 50 m de profundidad (Hendrickx, 1995). Hendrickx (1996) la caracteriza como una especie asociada con valores de temperatura epibentónicas generalmente comprendidas entre 13 y 19 °C (límite superior en 27°C) y que no tolera bajos niveles de oxígeno (1.3 a 5.0 ml O₂/l, excepcionalmente por debajo de 1.0 ml O₂/l). Muestra una evidente afinidad por sedimentos arenosos, principalmente de tipo fino a muy fino (Hendrickx, 1986). Al igual que las demás especies de camarones peneidos, el camarón café presenta varios estadios larvarios, 5 nauplios, 3 protozoas y 3 mysis (Mathews, 1981). Respecto al desove del camarón café, se le reconoce como una especie que se reproduce todo el año. García-Gómez (1976) registró desoves en Guaymas, Son. de febrero a noviembre, principalmente de mayo a agosto; mientras que en Puerto Peñasco, Son., desde abril hasta noviembre, con pico de junio a agosto. En este sentido, se han registrado individuos maduros desde los 105 mm (Olguín, 1967) y 110 mm (Barreiro, 1970); sin embargo, la talla de primera madurez registrada varió en ambos puertos, 131 mm en Guaymas, Son y de 155 mm en Puerto Peñasco, Son. (García-Gómez, 1976); Magallón y Jaquemin (1976) registraron esta talla en 120 mm para Mazatlán, Sin., lo que sugiere un gradiente latitudinal.

Por otra parte, de los diversos recursos pesqueros marinos existentes en el país, el camarón puede considerarse uno de los primeros y más estudiados en virtud de la importancia económica que representa su pesquería y por el auge que cobra su cultivo desde la década de los setentas como una alternativa hacia la elevación de la producción. Durante la década de los 70's fueron publicados los trabajos biológico - pesqueros más importantes para la definición de los lineamientos de investigación del recurso en el Pacífico mexicano hacia el establecimiento de un esquema administrativo para ordenar su explotación (Chávez, 1973; Chávez y Rodríguez de la Cruz, 1971; Jaquemin, 1976; Lluch, 1974, 1975, 1977; Magallón, 1976; Rodríguez de la Cruz, 1974, 1976; Sepúlveda, 1976).

En la costa occidental de la Península de Baja California existen pocos trabajos publicados que hagan referencia a la pesquería de camarón de esta región. La mayor parte de la información sobre la pesquería se encuentra en forma de dictámenes e informes técnicos no publicados por parte del personal del Centro Regional de Investigación Pesquera del Instituto Nacional de la Pesca en La Paz (García-Borbón, *et al.*, 1992; García-Borbón y Loreto, 1994 a, 1994 b). Aún así, los estudios realizados hasta la fecha han permitido conocer algunos aspectos tanto de

la pesquería de la plataforma continental como de los sistemas lagunares tales como la composición de especies, estructura y dinámica poblacional, épocas de reclutamiento y reproducción, distribución y abundancia de las dos especies que componen las capturas, así como la distribución y abundancia de otras especies de camarón potencialmente importantes. Así mismo, existe información sobre la estructura de las capturas de la fauna de acompañamiento (CIB / CICIMAR-IPN / DGCyTM-SEP / CRIP La Paz - INP, 1989; CIB-CRIP La Paz-CICIMAR, 1991; García-Borbón, *et al.*, 1996).

Por otra parte, se cuenta con información periódica sobre el estado de las poblaciones del recurso (García-Borbón, *et al.*, 1992, 1998; García-Borbón y Loreto, 1994 a, 1994 b), sobre las características técnicas de las artes de pesca para la captura de camarón en Bahía Magdalena (García-Borbón, *et al.*, 1992; Gallo, 1992), y sobre la dinámica poblacional del recurso (Cendejas, 1987; Sepúlveda, 1996). Con la información anterior ha sido posible ajustar modelos de evaluación de stock que describen la pesquería y se efectúan simulaciones de su comportamiento bajo diferentes esquemas administrativos de manejo con las resultantes propuestas de las estrategias de explotación del recurso (García-Borbón y Loreto, 1996).

La pesquería de camarón de aguas protegidas de Baja California Sur se efectúa principalmente en el complejo lagunar formado por las Bahías Magdalena y Almejas, en la Bahía de San Ignacio, Bahía de San Hipólito, y Bahía de San Juanico. De estas áreas, la del complejo de Bahía Magdalena - Almejas se constituye como la más importante en existencias de camarón en el Estado.

Lo anterior ha conducido a que en Baja California Sur se implementen esquemas de manejo de esta pesquería sobre premisas diferentes a las consideradas para el resto del Pacífico mexicano. Lo anterior, aunado al constante avance tecnológico de la explotación, advierte la importancia de la realización de estudios sistemáticos y continuos que permitan asegurar la recomendación, en tiempo real, de opciones cuantitativas y objetivas de manejo para la administración de un recurso de alta vulnerabilidad a la pesca por tener un carácter secuencial y multisectorial en su captura. Igualmente, el conocimiento de su pesquería permitirá contribuir al desarrollo del ordenamiento y de un plan de manejo integral de la zona costera de uno de los Estados del país más productivos en materia pesquera.

En relación al manejo del recurso, uno de los esquemas tradicionalmente empleados a nivel mundial en las pesquerías de camarón son las vedas temporales o estacionales. Las vedas han sido utilizadas con diversos propósitos, entre los que se pueden señalar: la limitación del esfuerzo, la protección del desove y la maximización del rendimiento que puede ser obtenido de una cohorte (Watson, *et al.*, 1993). Este rendimiento, normalmente se encuentra expresado en términos biológicos y/o económicos como rendimiento por recluta, biomasa por recluta, huevos por recluta, utilidad por recluta, entre otros. De igual forma, este tipo de indicadores biológicos, además de otros como la biomasa reproductora remanente, se constituyen como puntos de referencia biológicos (Caddy y Mahon, 1995) necesarios para establecer los programas de manejo de la pesquería.

4. JUSTIFICACION

Además del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, la costa occidental de la Península de Baja California representa una de las regiones de mayor importancia en la captura de camarón de la pesquería del Océano Pacífico mexicano. Respecto a la pesca artesanal que se efectúa en aguas protegidas, la del complejo lagunar de Bahía Magdalena – Almejas, B.C.S. es la más importante de la región por la magnitud de la producción ahí obtenida, la generación de empleos (directos e indirectos), las divisas obtenidas y por la problemática social, política y económica asociada a esta actividad.

En este cuerpo lagunar se captura camarón azul (*L. stylirostris*) y café (*F. californiensis*). Este último se distingue por ser la especie que sostiene la actividad a lo largo de la temporada y por tener reproducción continua a lo largo del año; a diferencia del azul quien observa un desove más localizado, constituyéndose como el principal actor en la definición del inicio de las temporadas de pesca, así como por el mayor valor comercial que tiene en el mercado internacional. No obstante lo anterior, no existen trabajos publicados relativos al estado que guardan las poblaciones de camarón sujetas a explotación. De aquí la importancia de evaluar el tamaño de la población, el grado de explotación al cual ha estado sujeta, amén de evaluar la magnitud y comportamiento del proceso de reclutamiento a la pesquería, lo cual habrá de permitir la definición de puntos de referencia biológicos objetivamente claros para el establecimiento de un marco de referencia adecuado para su administración.

5. OBJETIVOS

5. 1. GENERAL

Obtener una estimación de la magnitud del recurso camarón café (*Farfantepenaeus californiensis* Holmes, 1900) mediante la aplicación de la técnica de Análisis de Población Virtual (APV) de la región del complejo lagunar de Bahía Magdalena – Almejas, Baja California Sur, México, durante las temporadas de pesca 1991-1992 a 1996-1997.

5. 2. PARTICULARES

Estimar el tamaño de la población de camarón café en el complejo lagunar de Bahía Magdalena – Almejas, B.C.S. durante el período comprendido en las temporadas de pesca 1991-1992 y 1996-1997.

Evaluar la magnitud y el comportamiento en el reclutamiento a lo largo del periodo de estudio.

Evaluar la tasa de mortalidad por pesca aplicada en la pesquería durante el periodo de estudio.

6. AREA DE ESTUDIO

El complejo lagunar de Bahía Magdalena - Almejas se localiza entre los $24^{\circ} 15'$ y $25^{\circ} 20'$ de Latitud Norte y los $111^{\circ} 30'$ y $112^{\circ} 15'$ de Longitud Oeste y forma parte del litoral de la vertiente occidental de Baja California Sur (Fig. 1). El complejo cubre una superficie de 114,600 hectáreas (Félix, 1993) y se encuentra protegido por una serie de islas y barreras paralelas a la costa, entre las que destacan Isla Magdalena, Isla Margarita e Isla Creciente (Contreras, 1985). Morfológicamente se puede dividir en tres zonas bien diferenciadas: Zona Noroeste.- De forma irregular y compuesta por una gran cantidad de esteros, pequeñas lagunas y por canales de una profundidad media de 3.6 m, comunicando perpendicularmente a lo largo de su eje norte-sur al cuerpo de esteros de esta zona y hasta al sur con Bahía Magdalena. Entre los esteros de mayor importancia se pueden mencionar los de Banderitas, A. López Mateos, Las Vacas, Las Botellas, Santo Domingo y San Vicente. Zona Central.- Representada por Bahía Magdalena, la cual se comunica al mar a través de una boca ancha y profunda y por su vertiente oriental a la zona de esteros, entre los que cabe mencionar los de San Carlos, San Carlitos, San Buto y La Herradura y; por su vertiente occidental con la Isla Magdalena. Zona Sureste.- Comprende a Bahía Almejas, la cual incluye áreas de poca profundidad, por lo que gran parte de sus fondos quedan expuestos durante las mareas bajas. Por su vertiente oriental se comunica con la zona de esteros, entre los que cabe mencionar los de Puerto Chale, El Dátil, Médano Amarillo, El Alhuate y Salinas y; por su vertiente occidental se comunica con la Isla Margarita.

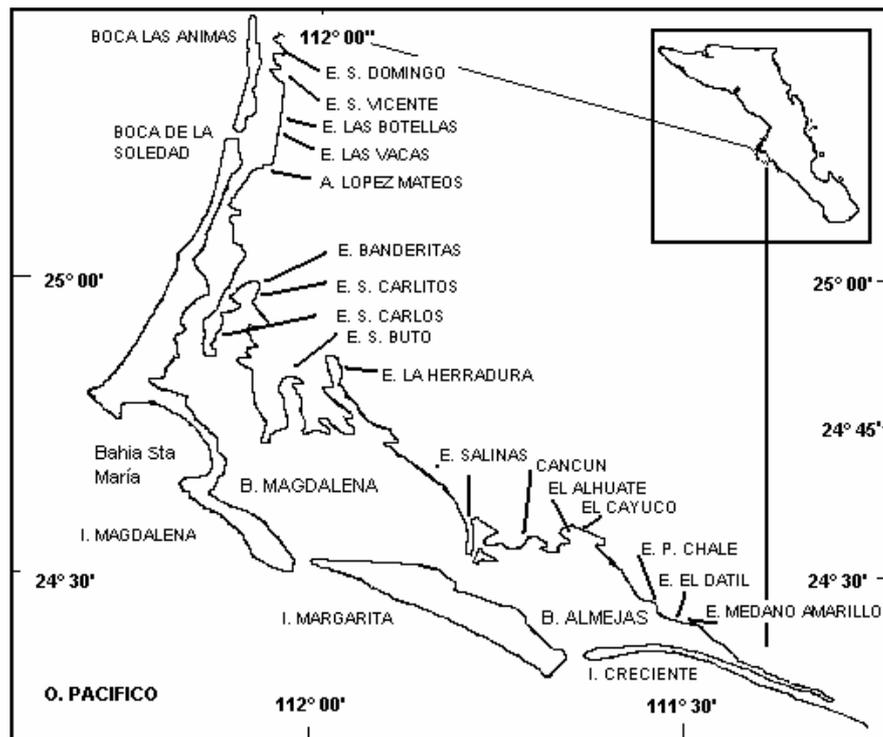


Fig. 1. Complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur.

Hidrológicamente, el complejo se comporta como un antiestuario durante todo el año, con concentraciones de salinidad más elevadas en el interior de las bahías que en el mar adyacente (Álvarez, *et al.*, 1975). Los gradientes de salinidad y temperatura se encuentran estrechamente ligados con la batimetría, presentándose valores elevados en donde las profundidades son menores. En el margen occidental de la zona central, el flujo y reflujo de las mareas y las corrientes inducidas por éstas, controlan la dinámica de la renovación de las masas de agua; es decir, regulan el suministro de material orgánico e inorgánico del exterior del sistema a la bahía (Acosta y Lara, 1978). Esto produce un fenómeno similar a las condiciones de surgencias, en virtud de que el aporte de nutrientes a las aguas superficiales aumenta su fertilidad (Álvarez, *et al.*, 1975). La importancia de estas masas de agua radica en el hecho de que los factores como los vientos y corrientes marinas dominantes, las hacen propicias para la existencia de gran diversidad de especies marinas (Flores, 1980).

De acuerdo con García (1973) el clima es muy seco y desértico, con una temperatura media anual superior a los 22 °C y la del mes más frío menor de 18 °C. Respecto a la precipitación pluvial, Salinas-Zavala, *et al.* (1990) en su caracterización pluviométrica de Baja California Sur, indica que el complejo lagunar se encuentra inmerso en una región que presenta un régimen mixto de precipitación, lo cual implica la presencia de lluvias durante el verano e invierno.

Esta región se ubica en los límites de tres zonas biogeográficas: Norecuatorial, la del Pacífico Central y, la de la Corriente de California (Loeb, *et al.*, 1983). De acuerdo con Vega y Lluch-Cota (1992) en este cuerpo de agua existe una alta variedad y diversidad biológica definida por la existencia de una frontera climática y oceánica marcada por la Corriente de California y la Contracorriente Norecuatorial, generando una zona de transición templado-tropical en la costa occidental de la Península con límite sur en Bahía Magdalena-Almejas.

De estas áreas, la del complejo de Bahía Magdalena - Almejas se constituye como la más importante en existencias de camarón en el Estado. La explotación se efectúa mediante una flota de tamaño variable de embarcaciones menores (alrededor de 300) con motores fuera de borda con limitada independencia y artes de pesca de manufactura artesanal, cuyo origen se remite a las creadas en los estados de Sinaloa, Sonora y Nayarit. Los caladeros se encuentran a una distancia relativamente corta de las áreas o puertos de origen si se les compara con las actividades de alta mar, pero notoriamente mayor que las observadas en otras aguas protegidas de otros estados del Pacífico Mexicano, lo cual le confiere a este producto un costo mayor, aunque afortunadamente la calidad del mismo es también alta. Las principales especies de camarón que componen las capturas son el camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*); y en ocasiones es comercializada la captura del camarón conocido como cacahuate, japonés o roca (*Sicyonia penicillata*).

Esta pesquería se diferencia de sus similares en el resto del litoral del Pacífico Mexicano por presentar varias etapas o secuencias en la explotación. Se observa una fase de pesca de esteros en profundidades entre 0.5 y 6 m, en donde se captura casi exclusivamente camarón azul en estado juvenil; por otra parte existe otra etapa de pesca a mayor profundidad, entre 6 y 50 m, en donde se explota, por una parte, al camarón azul después de haber emigrado de los esteros hacia las bahías con mayor profundidad, desde juvenil hasta adulto, y al camarón café desde

el estado juvenil hasta el adulto. Posterior a las etapas de pesca en aguas protegidas, continua la explotación en la plataforma continental. Cada una de estas etapas presenta sistemas de captura diferentes; es decir, se emplean artes de pesca diversos en virtud de las diferencias en las etapas de desarrollo de las especies que se explotan. Existe, además la captura en la zona de canales, que pueden ser considerada como una zona intermedia entre la zona de esteros de la región norte del complejo, Bahía Magdalena y alta mar, en la cual participan prácticamente toda la variedad de artes de pesca regionales; en esta etapa se capturan ambas especies en etapas juvenil y subadulta en proceso de migración, ya sea hacia alta mar o a las bahías.

7. MATERIAL Y METODOS

En principio, para el alcance de los objetivos planteados, fue necesario efectuar la evaluación de algunos procesos y la estimación de parámetros, a efecto de contar con la información requerida para la aplicación del modelo de evaluación de stock denominado análisis de población virtual:

- Composición por especies en la captura.
- Evaluación de las relaciones morfométricas entre la longitud y el peso.
- Estimación del número de organismos por categoría comercial en la captura procesada.
- Obtención de la matriz de transformación de la captura por categoría comercial a intervalos de longitud igualmente espaciada (5 mm).
- Estimación de los parámetros de crecimiento.
- Identificación de grupos modales en la estructura de tallas de la población.
- Obtención de la matriz de transformación de la captura por tallas a grupos de edad.
- Estimación de la mortalidad natural.
- Estimación de la curva de selección.

7.1. Fuentes de información.

El presente trabajo se realizó a partir de diferentes fuentes de información, tales como los avisos de arribo oficiales de captura y esfuerzo, los reportes de maquila (producción de camarón por especie por categoría de talla comercial) y los muestreos biológicos de las poblaciones durante las temporadas de captura y periodos de veda de camarón de aguas protegidas; efectuados durante el periodo comprendido entre las temporadas de pesca 1991-1992 y la 1996-1997 en la región del complejo lagunar de Bahía Magdalena - Almejas, B.C.S. La periodicidad de la información es mensual. Adicionalmente, se efectuaron muestreos en una planta maquiladora (procesadora) a efecto de verificar el número de ejemplares y la distribución de longitudes en cada una de las categorías comerciales.

7.1.1. Avisos de arribo.

En México, la captura de camarón se encuentra reportada en una serie de documentos oficiales denominados avisos de arribo que maneja la administración pública federal por la secretaría de estado correspondiente, Secretaría de Pesca, SEPESCA (1981-1994); Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP (1994-2000) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA (2000-2006). Se tienen diferenciados avisos de arribo para las embarcaciones mayores (barcos) y para las embarcaciones menores (lanchas o "pangas"). En el primer caso corresponden a la pesquería industrial que se efectúa en la plataforma continental (pesca de alta mar), y en el otro a la pesquería artesanal (pesca en sistemas estuarinos). La periodicidad de los reportes en la pesca artesanal es variable; es frecuente al inicio de una temporada y disminuyen conforme avanza la misma. La captura reportada en un aviso de arribo de aguas protegidas normalmente corresponde al día inmediato anterior, pero en cualquier caso mientras más rápido se reporte la captura más fácil

es su comercialización en virtud a la necesidad del documento oficial para efectuar esta operación. Una vez capturada esta información en una base de datos, se organizaron los datos por mes para cada una de las temporadas consideradas. La captura reportada en los avisos de arriba corresponde a camarón descabezado (fresco, congelado o enhielado); en ocasiones se registra la especie, en otras también su origen (estero o bahía). En cualquier caso, esta información no es continua aún cuando se supone que debe de estar contenida en el aviso. Sin embargo, cuando esta información es reportada resulta más sencillo diferenciar la especie capturada. El promedio de arribos totales que operan durante una temporada de pesca es de 117.

7.1.2. Reportes de maquila (categorías de talla comercial).

En México existen varias empresas dedicadas a comercializar internacionalmente el camarón capturado. Ocean Garden Products es la más importante en el país y en Baja California Sur fue hasta las temporadas revisadas la más importante. Como parte inicial del proceso de comercialización se encuentra la selección del producto en la planta maquiladora por marca (especie y calidad) y categoría comercial de talla, proceso conocido como maquila. Cada marca y categoría comercial tiene un precio particular en el mercado internacional y varía a lo largo del tiempo en función de las reglas del mercado, aunque es mayor en tallas más grandes.

El producto procesado en las plantas maquiladoras corresponde a ejemplares que se les ha retirado la cabeza, denominado genéricamente como cola y cuya medida estándar es la longitud abdominal, distancia que hay entre la punta del telson al extremo superior del abdomen (Fig. 2).

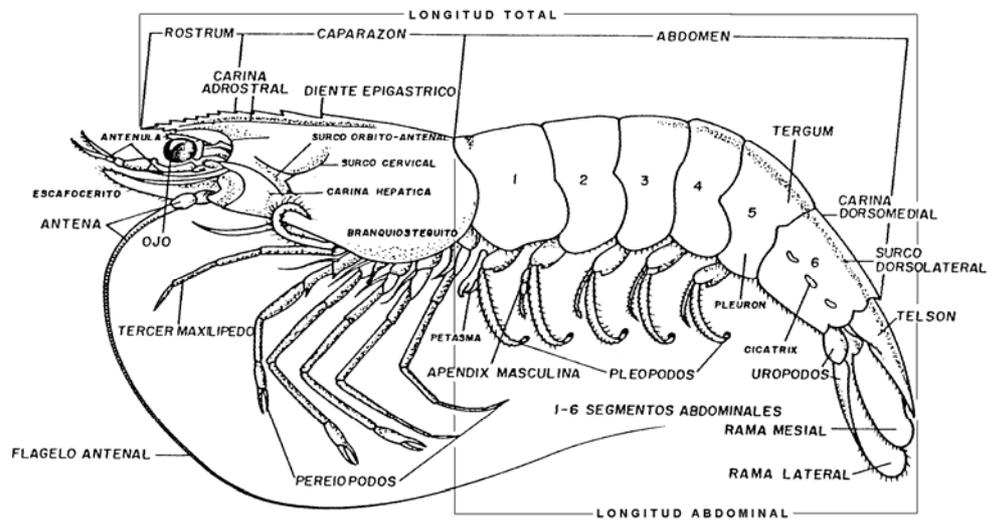


Fig. 2. Diagrama que muestra la nomenclatura de las principales características de la morfología externa en camarones peneidos para el registro de las medidas de longitud.

Las marcas comerciales de camarón y las especies que las conforman y que exporta Ocean Garden Products son: *Ocean Garden*: Azul de primera; *Mark*: Azul de segunda; *Compass*: Café de primera; *Ocean Shell*: Café de segunda. La

categoría de primera o segunda depende de la calidad del producto. Existen otras subcategorías adicionales que corresponden también con la calidad del producto; no obstante, de éstas resulta impreciso definir adecuadamente la longitud y/o peso al que corresponden por la falta de segmentos abdominales (“broken”), de la cutícula (“pelados”) o de la gónada (“desvenados”), por lo que no se incluyen en el análisis de la información. La unidad de comercialización es la “Marqueta”, la cual es de 5 libras para el camarón de exportación y de 2 Kilogramos para el mercado nacional; se cuenta además con bolsas denominadas como “Sobrante” (lo que queda sobre la mesa de trabajo), destinadas para el mercado nacional y que expresan su peso en un número variable de kilogramos. Las empresas o plantas maquiladoras que canalizan el producto a Ocean Garden entregan al final del proceso de la maquila, el producto y un reporte en donde se incluye el número de marquetas y bolsas de camarón.

Las categorías de talla, independientemente de la especie y calidad comercial del producto (azul o café, primera o segunda), se asignan en función del número de “colas” o abdómenes contenidos en una libra (Tabla 1).

Categoría	Colas de camarón por marqueta (5 libras)
* U - 10	25 – 55
* U - 12	39 - 80
* U - 15	44 - 88
16 - 20	59 - 117
21 - 25	61 - 140
26 - 30	92 – 205
31 - 35	131 - 227
36 - 40	153 - 283
41 - 50	181 - 336
51 - 60	205 - 391
61 - 70	253 - 458
71 - 80	308 - 523
** 80 Over	357 - 561

Tabla 1. Categorías comerciales de camarón (número de camarones por libra) y número de ejemplares por marqueta. * U: significa under: por abajo del número de camarones por libra especificado. ** Over: representa más de 80 camarones por libra.

A pesar de que en general se reconoce la ausencia de tallas pequeñas durante el proceso de maquila, particularmente en la pesquería de alta mar; para el caso de Bahía Magdalena - Almejas la selección previa es nula o poca antes de la entrega del producto para su proceso, principalmente debido a la presencia de tallas similares a las de alta mar, así como por la alta calidad de la captura por el escaso tiempo de exposición fuera del mar antes de ingresar al proceso de comercialización.

Por otra parte, considerando que las categorías de talla comercial no son las adecuadas para evaluar a la población por tener éstas una distribución discontinua, aún cuando está incluida toda la gama de longitudes totales (variable continua que representa la medida estándar de los camarones, que se establece como la distancia entre los extremos definidos por la punta del rostro a la punta del telson)

de la población (Fig. 2); es necesario conocer la variabilidad que existe en la distribución de la longitud total dentro de cada categoría comercial. Una forma de atender esto es analizando la distribución de las longitudes (abdominales) dentro de cada categoría de talla comercial. Otra solución factible es determinar la variabilidad en la distribución de las longitudes (totales) antes de que la captura se entregue a las plantas maquiladoras, o sea, cuando no ha habido selección de tallas ni ha sido descabezado. Este segundo enfoque es el empleado en el presente trabajo de manera previa al análisis de la dinámica de la población, dado que se cuenta con información periódica sobre la distribución de tallas (longitud total) de la población a través del muestreo biológico mensual.

7.1.3. Muestreo biológico en campo.

El programa de investigación de camarón del Instituto Nacional de la Pesca (INP) realiza muestreo biológico con periodicidad mensual de la captura comercial de la pesquería en la región de estudio. También se efectúa muestreo mensual de las poblaciones previo a la explotación, durante la temporada de veda, con el fin de conocer la evolución de los diferentes procesos biológicos de interés para el manejo del recurso. Como parte de los objetivos del muestreo del INP, se encuentran el conocimiento de la composición por especies, de los parámetros de las relaciones morfométricas entre la longitud y el peso (total y abdominal) y la distribución de las frecuencias de tallas (longitud total) a lo largo del tiempo.

Durante la temporada de veda como en los periodos de pesca, el muestreo se realiza diariamente durante 5-6 días de cada mes y son efectuados atendiendo las variaciones cíclicas (ritmos nictimerales y lunares) existentes a lo largo del ciclo de vida de estas especies, particularmente entre los estadios juvenil y adulto. Por lo que los periodos y horas de las campañas de muestreo se consideran las horas y fechas del mes en donde la vulnerabilidad es máxima en las dos especies, siendo éstos durante los períodos de marea correspondientes a la luna nueva y llena (García y Le Reste, 1986) y durante el atardecer y al amanecer. Durante la veda, las campañas de muestreo en bahías se efectuaron con base en un patrón de estaciones establecidas considerando las áreas más importantes de la distribución del recurso como las bocas de comunicación al mar, las bocas de los esteros, las zonas de desove y pesca comercial tradicionales (Fig. 1).

El arte de pesca empleada para la captura de camarón en las bahías, durante el periodo de estudio, es la red de arrastre de fondo ("chango"). Se trata de una red camaronera de diseño similar a la utilizada en alta mar, pero de menor tamaño. Las dimensiones de una red típica son de 11 brazas en la relinga superior (18.4 metros), 10 brazas (16.7 metros) de relinga inferior; la abertura de malla en el bolso oscila entre 25.4 y 50.8 mm, predominando la malla de 31.75 mm (Gallo, 1992). Esta es remolcada por una embarcación de fibra de vidrio de 22 pies de eslora (6.7 m) con motor fuera de borda entre 55 y 125 HP, más frecuentemente de 75 HP. Los lances con la red de arrastre en cada estación de las bahías tienen una duración de 60 minutos.

El muestreo en los esteros, también durante la veda, se realiza durante la bajamar en los extremos de entrada y terminal, así como en la zona intermedia del mismo; efectuando 10 lances con atarraya estándar de 1.25" (31.7 mm) con el fin de obtener un estimado promedio de la abundancia por lance; estas colectas se

complementan con lances de atarraya "piojillera" (< 1.25 pulgadas) para ampliar el espectro de tallas.

En cada estación, se registra la hora y fecha del día, profundidad mediante video sonda y para los estratos superficial y de fondo se colecta agua con una botella Van Dorn, midiéndose la temperatura con termómetro de cubeta y salinidad con un refractómetro óptico.

Durante la temporada de pesca, el muestreo se efectuó directamente en playa al desembarcarse el producto, previo al proceso de "descabezar" el camarón. La captura, al igual que durante la veda, proviene tanto de los esteros como de las bahías. Las artes de pesca son principalmente la atarraya y la suripera en los esteros y la red de arrastre ("chango") en las bahías. El promedio de embarcaciones en las que se realizó muestreo durante cada prospección mensual es de 30.

De la captura obtenida en cada estación (temporada de veda) o en cada panga sujeta a muestreo (temporada de pesca), se determinó la composición por especies de camarón según Pérez-Farfante (1988), la proporción en peso y el número correspondiente para cada una de ellos. De los camarones capturados, se separan y cuentan los ejemplares por especie. Dependiendo del número de ejemplares en cada lance, si es menor a 100 se considera el total para el análisis, en caso contrario se separa una submuestra al azar de 100 individuos como tamaño mínima de muestra. Se determinó la abundancia relativa, la proporción de sexos, la estructura de tallas (longitud total) y estadios de madurez gonadal mediante evaluación morfo cromática. Al respecto, para los machos de ambas especies se contemplan dos grados de madurez, I - Inmaduro (petasma separado) y II - Maduro (petasma unido); en las hembras, también de las dos especies, se reconocen 4 estadios: I - Inmadura, II - En Desarrollo, III - Madura, IV - Desovada, variando para cada especie los colores y sus tonalidades. Por especie, se obtuvieron las relaciones morfométricas más importantes entre la longitud (total y abdominal) y peso (total y abdominal).

7.1.4. Muestreo en planta maquiladora.

Considerando que la variación en el número de camarones por marqueta comercial forma parte del proceso de control de calidad aplicado en las plantas maquiladoras bajo los lineamientos asignados por la empresa responsable de la comercialización (Ocean Garden, Inc.), se supone que la selección de tallas en cada categoría comercial es independiente de la distribución de frecuencias de tallas observada a lo largo de una temporada; esto es, la distribución de tallas puede variar a lo largo y a través de las temporadas de pesca, pero el proceso de selección es homogéneo. No obstante, a fin de determinar el número y los rangos de variación de los ejemplares en cada una de las diferentes categorías comerciales, se evaluó el rango de variación en el número de camarones por marqueta durante la temporada de captura 1997-1998. Esta información fue necesaria para la construcción de las claves de conversión de talla comercial (intervalos de longitud discontinuos) a longitudes distribuidas en intervalos de longitud constantes (cada 5 mm). Para cada temporada se construyó una de éstas claves de conversión, considerando la variabilidad en la distribución natural de la longitud en las poblaciones.

7.2. Proceso de información.

7.2.1. Capturas de camarón

A efecto de conocer la participación del camarón café en las capturas, se emplearon prácticamente todas las fuentes de información disponibles. Desde el punto de vista práctico, para definir la composición mensual de especies se usaron los siguientes criterios, en orden de importancia: a) la composición de especies en las maquilas; aquí el error en la asignación de especies es mínimo dado el control de calidad practicado en la selección de las marcas y tallas comerciales; b) la composición de especies obtenida en los muestreos, con criterios taxonómicos establecidos y; c) la composición de especies reportada en los avisos de arribo. Esta escala de criterios para la asignación de la captura por especie se empleó en virtud a la certidumbre de la información, así como por la magnitud del posible error que se puede incorporar al emplear datos imprecisos.

Los datos empleados para conocer la magnitud de la captura provienen de los avisos de arribo proporcionados por la entidad oficial encargada de llevar el cómputo de las capturas. Se supone que la captura reportada corresponde al valor real extraído por la pesquería. Cabe señalar que aún cuando se reconoce la importancia de la captura ilegal de camarón en esta región, se ha observado que la mayor incidencia de pesca ilegal existe durante la temporada de veda; durante la temporada de pesca ésta todavía subsiste, pero el producto, legal o ilegal, es en gran medida registrado (facturado) de manera indirecta, de tal forma que un problema serio que enfrenta el análisis de la pesquería subyace en la asignación del esfuerzo ejercido para la obtención de cierta captura, razón por la cual resulta importante un análisis independiente que no considere el esfuerzo.

7.2.2. Relaciones morfométricas.

El establecimiento de las relaciones morfométricas entre la longitud y el peso de los camarones resulta imprescindible para la estimación (interpolación) de una de las dos variables cuando no se tiene información sobre la otra. En el caso de la pesquería de camarón, el producto comercializado es el abdomen (cola) del mismo, por lo cual es necesario conocer los parámetros de la relación funcional entre la longitud y peso abdominal con el peso y longitud total.

Para el establecimiento del valor de los parámetros de las relaciones morfométricas entre la longitud y peso (abdominal y total) de cada especie, en cada prospección mensual se persiguió la colecta de 5 camarones por intervalo de 5 mm de longitud total para cada sexo, de acuerdo con las recomendaciones establecidas en el Programa camarón del INP. De esta forma el tamaño aproximado de muestra fue de 150 ejemplares por mes. La relación talla - peso que resulta al final de todas las campañas de muestreo de una temporada, implicó la cobertura de todo el espectro de tallas a lo largo del ciclo de vida de la especie que son accesibles al arte de pesca utilizado en la región (el cual oscila entre 95 y 245 mm de longitud total), con lo cual el tamaño de muestra se incrementa notablemente.

Considerando que la relación entre la longitud con el peso no es lineal, se empleó una ecuación de tipo potencial ($W = aL^b$) para describir la correspondencia entre las variables; mientras que para la relación entre las longitudes se utilizó una ecuación

de tipo lineal ($LT = a + bLC$). Los parámetros de las ecuaciones fueron estimadas por regresión lineal simple.

7.2.3. Transformación de la captura mensual por categoría de talla comercial a captura distribuida en intervalos de longitud igualmente espaciados.

Una vez que se cuenta con la información de la captura total y la procesada por categoría comercial de camarón café, se requiere conocer el tamaño de la captura expresado en biomasa y/o número de camarones a fin de estar en condiciones de realizar un análisis de cohortes. Para esto es necesario primero definir la captura en intervalos de longitud constante, de tal forma que en esta última distribución se encuentre reflejada la estructura real de las tallas de la población explotada.

Apreciando que los reportes de maquila por categoría de talla comercial representan la captura procesada de camarón por intervalos de longitud desiguales, se requirió de la transformación de esta captura a intervalos de longitud homogéneamente espaciados - cada 5 mm y expandirla al total de la captura por mes. Para ello fue preciso construir una matriz de transformación, que represente la matriz de distribución de probabilidad de la longitud total (o abdominal), por categoría comercial. El procedimiento más claro para obtener una matriz de este tipo, es mediante el muestreo directo de la longitud (abdominal) de cada categoría comercial en las plantas procesadoras. No obstante, en virtud a la carencia de muestreos continuos en las plantas procesadoras, se empleó otro procedimiento el cual se detalla a continuación.

7.2.3.1. Números y pesos en la maquila.

Primero se definió el número mínimo, máximo y promedio de camarones existentes en una marqueta por cada categoría comercial. Para ello se empleó la información proveniente del muestreo de 1787 camarones cafés efectuado en planta durante la temporada de pesca 1997-1998 consistente en evaluar el número, sexo y longitud abdominal de los camarones contenidos en una serie de 3 marquetas de cada

categoría comercial. Una vez definido el número mínimo, máximo y promedio (\bar{N}_L) de camarones por marqueta de cada categoría comercial (Tabla 1), el establecimiento del peso correspondiente es obtenido de manera aritmética, partiendo del hecho de que se conoce el peso de la muestra (en general, cada marqueta pesa 5 libras). El número de camarones procesados por categoría comercial (L) en el t-ésimo mes de la temporada de pesca T es:

$$N(L, t, T) = C_{L,t,T} * \bar{N}_L \dots\dots\dots(1);$$

en donde $C_{L,t,T}$ es la captura procesada de la categoría comercial L en el t-ésimo

mes durante la temporada de pesca T. \bar{N}_L es el número promedio de camarones de la categoría comercial L.

7.2.3.2. Intervalos de longitud total en las categorías comerciales.

Una vez que se cuenta con los valores de los números, y por ende de los pesos mínimo y máximo por categoría comercial, el establecimiento de los límites mínimo y máximo de la longitud abdominal y longitud total se obtuvieron mediante el empleo de las ecuaciones de las relaciones morfométricas correspondientes. Los límites de los intervalos de longitud total para cada categoría comercial L se conservaron constantes a lo largo de las temporadas de pesca.

7.2.3.3. Matriz de transformación de tallas comerciales a longitudes totales igualmente espaciadas en intervalos de 5 mm

A partir de las longitudes totales de la captura comercial en cada temporada de pesca obtenidas durante el muestreo biológico mensual de cada temporada de pesca, para cada intervalo de longitud total comprendido en cada categoría comercial se estimó la media y la desviación estándar. Esto con la finalidad de incorporar, en el proceso de evaluación de la captura por grupos de longitud, la variabilidad real de las tallas de la población explotada en cada temporada; ya que aunque en principio la distribución de tallas de las capturas a lo largo de las temporadas es similar, en la práctica no son iguales.

El procedimiento de estimación de la media χ y la desviación estándar δ de la longitud total en cada intervalo de longitud que comprende cada categoría comercial L es el correspondiente a datos agrupados (Daniel, 1984), en este caso para distribuciones de frecuencias de longitudes l:

$$\chi^l(L, T) = \left(\sum_{i=1}^k (p_i * f_i) \right) / \sum_{i=1}^k f_i \dots\dots\dots (2);$$

$$\delta^l(L, T) = \left(\left(\sum_{i=1}^k (p_i - \chi)^2 * f_i \right) \right) / \sum_{i=1}^k (f_i - 1) \dots\dots\dots (3);$$

en donde p_i es el punto medio de la clase, f_i es la frecuencia de la clase y k es el número de intervalos de clase de longitud total.

Con los correspondientes valores de medias y desviaciones de la longitud total calculados para cada categoría comercial por temporada de pesca T, se estimó la función de masa de probabilidad (normal) para los puntos medios (p'_i) de cada intervalo de longitud l de 5 mm, desde el intervalo l = 83-87 mm ($p'_i = 85$ mm) hasta el intervalo l = 243-247 mm ($p'_i = 245$ mm). La suposición de normalidad en la distribución se estableció de forma arbitraria; sin embargo, se ensayó con algunos datos de manera rápida y superficial con las distribuciones log normal y proporcional sin que se observara similitud entre las tallas observadas y las estimadas.

La ecuación que define la probabilidad de encontrar camarones del intervalo de longitud l a lo largo de la categoría comercial L en la temporada de pesca T es:

$$P(l, L, T) = f(p'_i, \chi_{l,L,T}, \delta_{l,L,T}) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\delta_{l,L,T}}} \right) * \exp - \left(\frac{(p'_i - \chi_{l,L,T})^2}{2\delta_{l,L,T}^2} \right). \quad (4);$$

en donde p'_i corresponde al punto medio del intervalo de longitud total de 5 mm, $\chi_{(l,L,T)}$ y $\delta_{(l,L,T)}$ son la media y la desviación estándar de la distribución correspondiente al intervalo de longitud total (l) durante la temporada de pesca (T), respectivamente. Al estandarizar el arreglo de las probabilidades en cada intervalo de longitud de 5 mm, la suma de las probabilidades de captura en los intervalos de longitud total (desde 83 mm hasta 247 mm) a lo largo de cada categoría comercial (desde U-10 hasta 80 over) es igual a uno:

$$\sum_{L=80over}^{L=U-10} P(l, L, T) = 1 \dots\dots\dots (5)$$

De esta forma, el arreglo (estandarizado) de probabilidades de cada intervalo de longitud total l en cada una de las categoría comerciales constituye la distribución de probabilidad, matriz o clave talla comercial / longitud total igualmente espaciada en intervalos de 5 mm (O). Este procedimiento se realizó para cada una de las temporadas de captura bajo estudio. Así, la variabilidad observada en la longitud total durante el muestreo biológico de cada temporada se redistribuyó en la estructura de tallas de la maquila de dicha temporada.

7.2.3.4. Captura mensual de camarón por intervalos de longitud total igualmente espaciados.

Para efectuar la transformación de la captura procesada por categoría comercial de cada temporada a captura procesada por intervalo de longitud total se elaboró una plantilla en hoja de cálculo electrónica que considera como datos de entrada por un lado la matriz de distribución de probabilidad de la longitud total en intervalos de longitud de 5 mm dentro de los intervalos de talla comercial L por temporada de pesca y, por el otro lado la captura mensual en número de camarones por categoría comercial. Los datos de salida constituyen la captura mensual en número de camarones por intervalo de longitud de 5 mm, para un rango de 85 – 245 mm de longitud total. Así, la captura mensual en número, por intervalo de longitud de 5 mm en cada temporada de pesca, $N_{l,t,T}$, se obtuvo mediante:

$$N(l, t, T) = C^T O \dots\dots\dots (6);$$

en donde C^T es el vector transpuesto de la captura mensual por categoría comercial en la temporada de pesca y O es la matriz que representa la clave talla comercial / talla por intervalo de 5 mm.

7.2.3.5. Extrapolación de la captura procesada a la captura total mensual de camarón por intervalos de longitud total.

Una vez que se conoce la captura procesada por intervalos de longitud total igualmente espaciados, ésta se extrapola al total de la captura oficialmente

registrada, cuando la información lo amerita. Esto es, en ocasiones existe información de camarón procesado pero no registrado en los arribos oficiales para un mes en particular, y viceversa; lo normal es que ambas fuentes de información se complementen. En los casos en que hubo diferencia entre la captura procesada y la total reportada en los avisos de arribo, se calculó un factor de conversión que se manejó de manera proporcional a lo largo de la categoría comercial y del mes.

7.2.4. Captura por grupo de edad

A fin de conocer la captura por grupo de edad, se procedió primero a estimar los parámetros del modelo de crecimiento para conocer la relación existente entre la longitud (total) y la edad relativa. Posteriormente, se definió la variabilidad en la distribución de los grupos modales de longitud total a fin de trasladar esta variabilidad a la distribución de la relación talla - edad. Finalmente se desarrolló la matriz talla - edad en donde se establece la distribución de probabilidad de la longitud total para cada edad o grupo de edad.

La asignación de la edad relativa a la longitud se efectuó mediante el análisis del crecimiento a través del modelo de von Bertalanffy (1938). La expresión matemática del modelo tiene la siguiente forma:

$$l_t = l_\infty * [1 - \exp(- K * (t - t_0))] \dots\dots\dots(7);$$

en donde l_t es la longitud a la edad t , l_∞ es la longitud máxima promedio (asintótica) que el camarón puede alcanzar; K es el coeficiente de crecimiento de Brody (Ricker, 1975) y, t_0 es la edad teórica a la cual el organismo tiene longitud cero.

7.2.4.1. Estimación de los parámetros del modelo de crecimiento

Los parámetros que definen la ecuación (l_∞ , K y t_0) se estimaron a partir de los datos de la distribución de frecuencias de longitudes totales de camarón (DFL). De acuerdo con diversos autores, entre los que se puede citar a García (1988) y García y Le Reste (1986), los resultados obtenidos a partir del uso de longitudes son bastante confiables, sobre todo si se observan a lo largo del año uno o dos periodos de reclutamiento y si la calidad de los datos disponibles es adecuada. La estimación de los parámetros del modelo se efectuó mediante el auxilio del paquete de cómputo denominado FISAT (Gayanilo, *et al.*, 1993).

Desde el punto de vista práctico, existen varias técnicas para estimar el valor de los parámetros K y l_∞ . Las técnicas o métodos utilizados en el presente trabajo corresponden al método de Powell-Wetherall (Pauly, 1986; Powell, 1979; Wetherall, 1986) para la longitud asintótica, y el rastreo de K a través del método comprendido en ELEFAN I para la estimación del parámetro de curvatura K .

7.2.4.1.1. Estimación de la longitud asintótica (l_∞).

El método de Powell - Wetherall, estima el valor de l_∞ a partir de los datos de frecuencias de longitudes que representan a la población (Fig. 3). La estimación se realiza mediante la regresión:

$$(\bar{l} - l_{0,1}) = a + b * l_{0,1} \dots\dots\dots(8);$$

donde \bar{l} es la longitud promedio de los camarones en toda la distribución de frecuencias de longitudes, $l_{0,i}$ es la longitud mínima del intervalo a partir del cual se calcula el valor de la ordenada $(\bar{l} - l_{0,i})$ y que corresponde a tallas completamente expuestas a la pesca, a y b son los parámetros de la regresión.

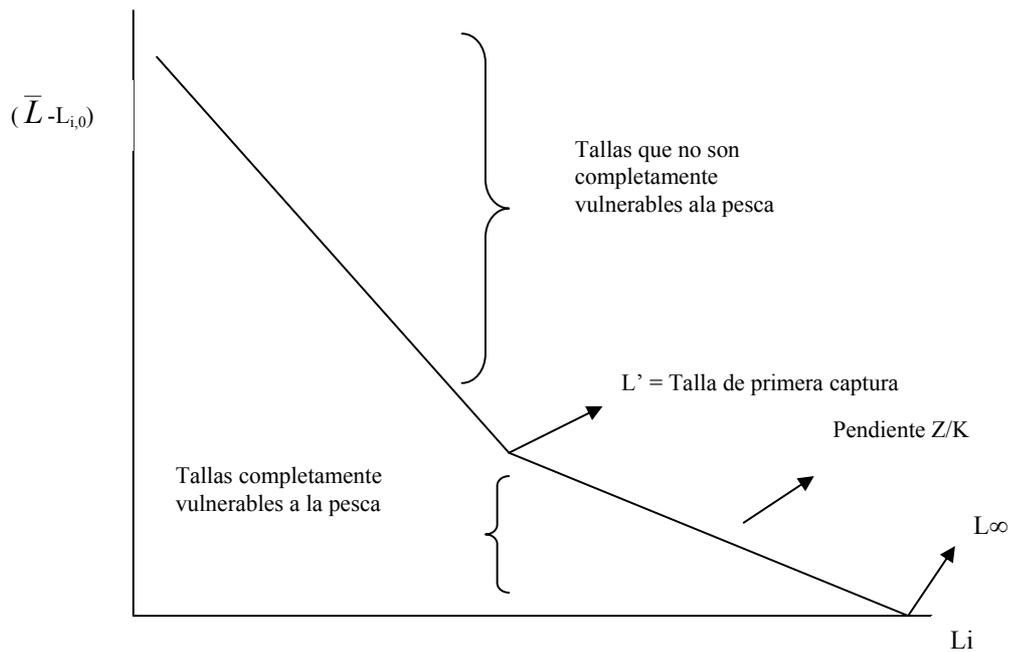


Fig. 3. Representación gráfica de la estimación de la longitud asintótica, L_{∞} mediante el método de Powell-Wetherall.

De acuerdo con Powell-Wetherall (Pauly, 1986; Powell, 1979; Wetherall, 1986), la ecuación 8 es equivalente a:

$$\bar{l} = \frac{l_{\infty} + l_{0,i}}{1 + (Z / K)} \dots\dots\dots(9);$$

en donde:

$$l_{\infty} = -a/b \quad \text{y} \quad Z/K = -(1 + b) / b ;$$

o bien:

$$a = -b * l_{\infty} \quad \text{y} \quad b = -K / (Z + K);$$

donde Z es la mortalidad total y K es el coeficiente de crecimiento de Brody.

7.2.4.1.2. Estimación del parámetro K.

Se empleó el método ELEFAN I (Pauly, *et al.*, 1984) contenido en FiSAT (Gayanilo, *et al.*, 1993) para la estimación de K. En general este método considera varias rutinas para la determinación de los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy mediante la identificación de una curva de crecimiento que representa el “mejor” ajuste a una serie de datos de frecuencias de longitudes, empleando para ello el índice “Rn” como criterio de bondad de ajuste y el cual es interpretado de manera análoga a un coeficiente de correlación. En el presente trabajo se empleó la rutina de rastreo de K dado que se contaba con la estimación independiente de l_{∞} , lo cual permite reducir la incertidumbre en la estimación a un sólo parámetro. El rastreo de K considera como datos de entrada, además de la distribución de frecuencias de longitudes, un valor predeterminado del parámetro de la longitud asintótica del modelo de crecimiento (l_{∞}). De esta manera, la rutina permite obtener una serie de estimaciones de Rn para diferentes valores de K, en cuyo caso el valor máximo de Rn representará el mejor ajuste.

La rutina permite también elegir un particular punto de inicio (o más bien una coordenada de puntos de longitud y número de muestra) constante o variable de una curva de crecimiento para la identificación de la combinación óptima de los parámetros, lo cual implica se obtengan una o varias curvas de crecimiento con un correspondiente valor de K, cuya combinación con l_{∞} permitirá maximizar el valor de Rn.

El valor de Rn (Gayanilo, *et al.*, 1993) es estimado como:

$$Rn = 10^{SPE / SPD} / 10 \dots\dots\dots (10);$$

en donde SPE es la “suma de picos explicada”, calculada sumando los mayores valores de los picos teóricos correspondientes para los valores de K y l_{∞} usados; SPD es la “suma de picos disponible”, calculada sumando todos los picos disponibles próximos a la curva teórica. La forma de la ecuación 10 implica que Rn sólo podrá variar entre 0 y 1. La bondad de ajuste se refiere a la razón entre los “puntajes” correspondientes a los puntos explicados y disponibles; mientras más alto sea dicho índice (cercano a 1) la bondad de ajuste es mejor; por lo que el índice representa una forma de medir cuán cerca está una curva del mejor ajuste posible para una serie de parámetros en particular, suponiendo que los picos disponibles corresponden a posibles grupos de edad obtenidos de la distribución de frecuencias de longitudes (Pauly y David, 1981).

Para la estimación de t_0 , la edad hipotética $t=0$, se aplicó el método conocido como gráfico de von Bertalanffy Sparre y Venema (1995), el cual requiere como valor de entrada un estimado de l_{∞} . Arreglando la ecuación de crecimiento como:

$$-Ln\left(1 - \frac{l_t}{l_{\infty}}\right) = -K * t_0 + K * t \dots\dots\dots (11);$$

con la edad t , como variable independiente (X) y la expresión logarítmica como variable dependiente (Y), la ecuación define una regresión lineal, en donde K representa la pendiente (b) y el intercepto $a = -K * t_0$. Así:

$$t_0 = -a/b \dots\dots\dots (12)$$

7.2.4.2. Descomposición de las distribuciones de frecuencias de longitudes en sus componentes normales. Método de Bhattacharya.

Tomando en consideración que el anterior proceso -indirecto- de asignación de la edad mediante las longitudes, implica la ganancia de cierta incertidumbre dado que la talla no corresponde de manera lineal con una edad específica, a que las frecuencias de longitudes corresponden a ambos sexos y, a que el procedimiento de análisis de cohortes no se sustenta en edades específicas en términos relativos sino discretas. Se consideró prudente incorporar en el proceso de análisis la variabilidad natural existente en el registro de la estructura de tallas de la población como paso intermedio para evaluar la variabilidad de la longitud para cada grupo de edad.

Para lo anterior, se seleccionaron una serie de 16 muestras de distribuciones de longitud (total) en donde se identificaron los diferentes grupos modales componentes de cada distribución de frecuencias que se registran tanto en presencia como en ausencia de pesca. Las muestras son de periodicidad mensual y corresponden al periodo comprendido en la temporada de pesca 1995-96. La selección de esta temporada se basó en el hecho de observar regularidad en la existencia de datos a lo largo de la misma, de tal forma que se encontrara una amplia representación de las tallas, y por tanto, que se pudieran reconocer las diferentes cohortes presentes en la población. Sobre los grupos de edad presentes, se asumió que éstos se distribuyen de forma normal y que cada uno representaba una cohorte individual de la población. Para cada uno de ellos se estimó una media y su desviación estándar.

El procedimiento para identificar componentes normales en las distribuciones de frecuencias de tallas se efectuó mediante el método de Bhattacharya (Bhattacharya, 1967). Considerando lo laborioso de este proceso, se usó la rutina correspondiente contenida en el paquete de cómputo FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1993). En la práctica el proceso de identificación considera, para una distribución de frecuencias de longitudes, la identificación (selección) gráfica de las frecuencias correspondientes a los límites inferior y superior de los probables componentes considerados como pertenecientes a un grupo de edad (Fig. 4). La función involucrada en la estimación es la siguiente (Gayanilo, *et al.*, 1993):

$$\ln(D_{i+1}) - \ln(D_i) = a_a + b_a * l_i \dots\dots\dots (13);$$

en donde D_i y D_{i+1} son frecuencias sucesivas del mismo componente normal de un grupo de camarones en una muestra (i.e., que representan a todo el grupo de edad a) y en donde l_i es el límite superior de clase de D_i . De aquí, la media de la distribución normal es:

$$\bar{l}_a = -\frac{a_a}{b_a} \dots\dots\dots (14);$$

mientras que la desviación estándar (δ_a) es:

$$\delta_a = \sqrt{\left(\frac{-\Delta l}{b_a}\right)} \dots\dots\dots (15);$$

en donde Δl es el tamaño constante de clase. También se calculó un índice de separación de los grupos modales (I.S.), el cual se define como $I.S. = \Delta \bar{L}_a / \Delta \delta_a$, en donde $\Delta \bar{L}_a$ es la diferencia entre dos medias sucesivas y, $\Delta \delta_a$ es la diferencia entre las desviaciones estándar estimadas.

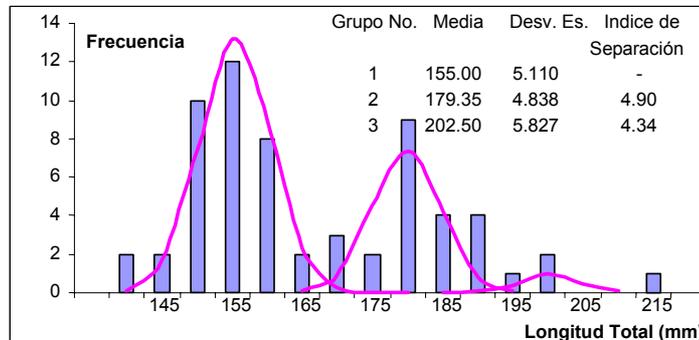


Fig. 4. Distribución de frecuencias de longitudes (barras) con los componentes modales (líneas) para camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Analíticamente, la separación de las muestras de frecuencias de longitudes en sus respectivos componentes es un proceso en el que cada componente identificado es sustraído del resto de la muestra usando la función Gausiana:

$$D_{2i+} = D_{i+} - \left[\left(\frac{1}{\delta_i \sqrt{2\pi}} \right) \exp \left(- \frac{\left(l_a - l_a \right)^2}{\left(2\delta_a^2 \right)} \right) \right] \dots\dots\dots (16);$$

en donde D_{i+} se refiere a la serie de frecuencias previa y D_{2i+} es la serie de frecuencias nueva menos el componente identificado. Gayanilo *et. al.* (1993) señalan que se pueden identificar hasta 10 grupos, pero la separación es generalmente poco confiable más allá de 4 - 5 grupos, como lo sugieren los valores del I.S. menores a 2; de igual forma, hacen notar que las desviaciones estándar frecuentemente incrementan su valor conforme aumenta la longitud, lo cual dificulta la separación de los grupos modales en las edades mayores.

7.2.4.3. Transformación de la captura por intervalo de longitud a grupos de edad.

Para la obtención de la matriz talla / edad, el procedimiento práctico efectuado es muy similar al efectuado para la obtención de la matriz talla comercial / longitud distribuida en intervalos de longitud igualmente espaciados (l). Sin embargo, hubo que considerar lo siguiente: de cada uno de los diferentes grupos modales identificados y conociendo sus atributos normales (media y desviación estándar), se generaron aleatoriamente 100 números correspondientes a longitudes totales de camarón. El supuesto en este caso es que las longitudes obtenidas de esta forma, provienen de cohortes bien definidas. Posteriormente, a cada una de estas longitudes se les asignó una edad relativa, empleando los parámetros del modelo de crecimiento, con lo cual se obtuvieron dos vectores de datos, edad y longitud.

El siguiente paso consistió en evaluar para cada intervalo de longitud de amplitud de 5 mm, l, la variabilidad de la edad, $\alpha(l)$, mediante la estimación de la media (χ_a) y la desviación estándar de la misma (σ_a). Así:

$$\chi_a(l) = \sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} (a_{i,l}) / n \dots\dots\dots (17);$$

en donde $a_{i,l}$ representa la i-ésima edad estimada para cada talla considerada en el intervalo de longitud de 5 mm (l) definido por los límites de clase superior (l máx) e inferior (l mín), $\chi_a(l)$ es la edad promedio del l-ésimo intervalo de longitud de 5 mm y n representa el número de observaciones comprendidas en el intervalo. Mientras que la desviación estándar, $\sigma_a(l)$, de la edad en el intervalo de longitud l es:

$$\sigma_a(l) = \left(n * \sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} a_{i,l,T}^2 \right) - \left(\sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} a_{i,l,T} \right)^2 / (n * (n - 1)) \dots\dots\dots (18)$$

Por otra parte, con la finalidad de contar con estimados de la media y desviación estándar de la edad para los intervalos de longitud en donde no se contaba con datos "observados" (generados aleatoriamente), se ajustó una función polinomial a la tendencia de la serie de medias y desviaciones estándar obtenidas para completar los intervalos de longitud observados en el periodo de estudio:

$$y = \pm(\alpha * x^n) \pm (\beta * x^{n-1}) \dots \pm (\eta * x^{n-k}) \dots\dots\dots(19);$$

en donde $\alpha, \beta, \dots, \eta$ corresponden a los parámetros de la función estimados mediante análisis de regresión, y n corresponde al grado de la función.

Con los parámetros normales de la distribución de probabilidad de la edad por intervalo de longitud l, se estimó la densidad de probabilidad de la edad, $P_{aj}(l)$ para los j-ésimos grupos de edad distribuidos en unidades discretas, desde la edad 3 hasta la 22, edades que corresponden al rango de longitudes observadas en el periodo de estudio:

$$Pa_j(l) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{a,l}}} \right) \exp \left(- \frac{(a_j - \chi_{a,l})^2}{(2\delta_{a,l}^2)} \right) \dots\dots\dots(20);$$

en donde $\chi_{a,l}$ y $\sigma_{a,l}$ son los parámetros normales de la edad en el l-ésimo intervalo de longitud de la población observada.

Considerando que los estimados a partir de la ecuación 20 representan la masa de probabilidad de la edad a lo largo de los j-ésimos grupos de edad por intervalo de longitud, se sumaron éstas probabilidades a lo largo de cada intervalo de longitud para obtener los valores relativos de probabilidad de la edad distribuidos en los j-ésimos grupos de edad. Así, la suma de probabilidades de la edad a lo largo del intervalo de longitud l es igual a uno:

$$\sum_{j=3}^{j=22} Pa_{j,T}(l) = 1 \dots\dots\dots(21)$$

Finalmente, para estimar la captura mensual por grupo de edad por temporada de pesca, se obtuvo mediante el producto de la captura en números por intervalos de longitud de 5 mm por su respectiva probabilidad de encontrar camarones del intervalo de longitud l a lo largo del j-ésimo grupo de edad en cada temporada de pesca T:

$$N(a, t, T) = \sum_{a=3}^{a=22} (N_{l,L,T} * Pa_{j,T}) \dots\dots\dots(22)$$

7.3. Análisis de población virtual (APV)

Una vez que se cuenta con información relativa a la captura por grupos de edad, se implementó el modelo de evaluación conocido genéricamente como Análisis de Población Virtual - APV - (Gulland, 1965). Este tipo de modelo de evaluación de stock es un algoritmo recursivo empleado para conocer, a través de las capturas registradas, a la población (N_t) que debió de haber originado tales capturas, lo cual implica evaluar el patrón de explotación al cual hubo que someter a la misma así como obtener estimados anuales del reclutamiento. Por ello, el APV se considera una de las herramientas más poderosas en el análisis de datos pesqueros y se constituye como columna vertebral de varios métodos de evaluación en donde se dispone de datos estructurados por edad (Hilborn y Walters, 1992). El análisis de población virtual calcula el número de organismos vivos en cada cohorte para los años transcurridos anteriormente. El APV subyace en la siguiente relación simple que define el agotamiento de una cohorte:

$$N_{t+1} = N_t - C_t - m_t \dots\dots\dots(23);$$

en donde N_t y N_{t+1} se refieren al número de organismos en edades sucesivas, C_t es la captura del presente año y m_t es la mortalidad natural absoluta del año actual. El reclutamiento no es considerado en esta ecuación en virtud a que se trata de una

misma cohorte. Si se conocieran el tamaño inicial de la cohorte y la mortalidad natural, se podría usar la ecuación 23 para calcular el número de organismos vivos cada año. Esto es justamente de lo que se espera conocer mediante el APV.

La tasa de mortalidad natural (M) comprende muertes debidas a causas ajenas a la pesca como la depredación, inanición, enfermedades y vejez y generalmente no se dispone de estimados. La alternativa en estos casos es emplear métodos indirectos para conocer su valor. En general todos estos métodos asocian la mortalidad natural con el valor de algunos parámetros biológicos y ambientales. El modelo de Rikhter y Efanov (1976) relaciona M con la edad en la cual el 50 % del stock alcanza la edad de desove masivo a través de la siguiente relación:

$$M = ((1.52/t_{\text{mass}}) \exp (0.72)) - 0.16 \dots\dots\dots (24);$$

en donde t_{mass} es la edad de primera madurez.

Por otra parte, se empleó la ecuación empírica de Pauly (1980) que describe a M como una función de K y l_{∞} (el parámetro de curvatura y la longitud asíntotica del modelo de von Bertalanffy, respectivamente) y A, la temperatura promedio del ambiente en donde viven los organismos. Este modelo es descrito por la relación:

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 * \ln l_{\infty} + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln A \dots\dots\dots (25)$$

Se utilizaron ambos métodos para comparar los resultados.

Existen diversas variantes para la solución del modelo de APV (Megrey, 1989; Lessen y Medley, 2000), entre las cuales está la modificación efectuada por Pope (1972) y que es utilizada en este trabajo. El supuesto básico del APV es que la supervivencia de una cohorte durante un año se encuentra gobernada por:

$$N_{a+1,t+1} = N_{a,t} * e^{-(F_{a,t} + M)} \dots\dots\dots(26);$$

en donde F y M son las tasas instantáneas de mortalidad por pesca y natural, respectivamente y la captura durante el año es:

$$C_{a,t} = \left[\frac{F_{a,t}}{(F_{a,t} + M)} \right] * (N_{a,t} - N_{a+1,t+1}) \dots\dots\dots(27)$$

La cual simplemente dice que la captura es la pérdida total durante el año multiplicada por el factor que representa la proporción de la mortalidad por pesca con respecto a la mortalidad total. Resolviendo la ecuación 26 para F, para la edad a, se tiene:

$$F_{a,t} = -Ln \left(\frac{N_{a+1,t+1}}{N_{a,t}} \right) - M \dots\dots\dots(28);$$

y sustituyendo la mortalidad por pesca (Ec. 28) en la ecuación 27 para cada edad al tiempo t se tiene que:

$$C_{a,t} = \left[1 - \left(\frac{M}{\ln(N_{a,t}) - \ln(N_{a+1,t+1})} \right) \right] * [N_{a,t} - N_{a+1,t+1}] \dots\dots\dots (29)$$

La ecuación 29 no permite una solución simple para $N_{a,t}$, por lo que se le denomina trascendental, es decir, no tiene una solución directa (para $N_{a,t}$). Pope (1972) mostró que $N_{a,t}$ puede ser aproximado con la siguiente ecuación:

$$N_{a,t} = N_{a+1,t+1} * e^M + C_{a,t} * e^{M/2} \dots\dots\dots (30)$$

Esta aproximación supone que toda la captura toma lugar en una pesquería instantánea, lo cual además ocurre a mitad del año, en donde:

$$e^{M/2} \approx \frac{Z(1 - e^{-F})}{F(1 - e^{-F})} \dots\dots\dots (31)$$

Por otro lado, un problema con el análisis de cohortes es introducido con el supuesto de que no hay camarones vivos después de cierta edad, lo que implica que sólo se pueden analizar las cohortes completas que han pasado por la pesquería, sin que se pueda decir nada o muy poco acerca de las cohortes aún presentes. Una de las soluciones más comúnmente empleadas ha sido obtener un estimado independiente de la tasa de mortalidad por pesca que ocurre en las cohortes que aún se encuentran presentes y utilizarlo para estimar el tamaño de las cohortes actuales. Esta puede obtenerse de dos formas: a) a partir de estimados directos en cruceros, experimentos usando técnicas de captura - recaptura o, algún otro método de estimación de la población y, b) suponiendo un valor actual para F , denominado como el supuesto de mortalidad por pesca terminal o F_{ter} (F_{ter}), la cual se representa como sigue:

$$N_{a,t} = \frac{(C_{a,t})}{\left[\left(1 - e^{-Z_{a,t}} \right) * \left(\frac{F_{\text{ter}}}{F_{\text{ter}} + M} \right) \right]} \dots\dots\dots (32)$$

Aquí se utilizó el supuesto de la mortalidad por pesca terminal. La forma de conocer F_{ter} y sustituirla en la última ecuación se alcanza de nuevo mediante dos enfoques: a) de manera directa a través de procesos independientes de la pesca como experimentos captura - recaptura, o bien, b) estimar F_{ter} a partir de datos de esfuerzo suponiendo que se conoce q (empleando para ello la relación $F = E * q$). Una variación de este último enfoque, denominado APV ajustado (tuned) (Laurec y Shepherd, 1983; Pope y Shepherd, 1985), es usar los valores de q o F de las cohortes completas para estimar luego una nueva serie para las series incompletas. Este último procedimiento fue el que se utilizó aquí, a partir de los estimados de F mediante la ecuación 28 para las cohortes completas, por lo que F_{ter} se estimó de la siguiente forma:

$$F_{ter} = \frac{1}{n} \sum_{j=11}^{j=12} \sum_{t=1}^{t-1} F_{a,t} \dots\dots\dots(33);$$

en donde n representa el número de observaciones (valores de F) considerados en la estimación de F_{ter} , t representa el periodo de tiempo que comprende el análisis y en el cual se encuentran las cohortes completas, j indica los grupos de edad considerados en la estimación, que corresponde a los últimos dos grupos de edad más viejos.

Una vez que se cuenta con un primer estimado de F_{ter} se estimó el tamaño poblacional para el último grupo de edad (12 meses) y último mes del periodo de estudio (febrero de 1997). En esta etapa del proceso se integraron los valores de probabilidad de captura por grupo de edad obtenidos de forma independiente a este trabajo a partir de la selectividad (Sel_L) debida al arte de pesca, a fin de definir adecuadamente la mortalidad por pesca.

Para ello se ajustó una curva de selectividad (Sel_L) de tipo sigmoideo (Paloheimo y Cadima, 1964; Kimura, 1977) para la longitud total l, para la red de arrastre utilizada en la región, de acuerdo con el siguiente modelo con parámetros S1 y S2:

$$Sel_l = \frac{1}{1 + \exp(S1 - S2 * l)} \dots\dots\dots(34)$$

La curva de selección, denominada curva logística u ojiva de selección (Sparre y Venema, 1995), se ajustó mediante la minimización de la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores observados respecto a los estimados mediante el modelo (Quinn y Keough, 2002). A partir del ajuste de los parámetros, se obtuvieron los valores de $l_{50\%}$, que representa la edad de primera captura, $l_{25\%}$ y $l_{75\%}$, que respectivamente representan las tallas en las que el porcentaje (50, 25 y 75 %) de los camarones son retenidos por el arte de pesca. El rango de longitudes entre $l_{25\%}$ y $l_{75\%}$, que es simétrico en torno a $l_{50\%}$, se llama "rango de selección". Este se obtuvo mediante:

$$l_{25\%} = (S1 - \ln(3)) / (S2) \dots\dots\dots (35)$$

$$l_{50\%} = S1 / S2 \dots\dots\dots (36)$$

$$l_{75\%} = (S1 + \ln(3)) / (S2) \dots\dots\dots (37)$$

Por otra parte, considerando que la probabilidad de que un camarón escape a través de la malla depende en mayor medida, además de otras causas, de su talla, se reconoce la proporcionalidad entre ésta y la abertura de la malla. Particularmente para $L_{50\%}$ se establece el "factor de selección" (FS), medida que se puede emplear en otras circunstancias para determinar $L_{50\%}$ para diferentes aberturas de malla en los bolsos de la red (Sparre y Venema, 1995). La relación de proporcionalidad es:

$$FS = L_{50\%} / \text{tamaño de malla} \dots\dots\dots (38)$$

Una vez ajustada la función de selectividad, mediante el empleo del modelo de crecimiento (Ec. 7) se tradujeron los valores de probabilidad de captura debida al arte de pesca a la correspondiente edad. Así, la ecuación 32 se redefine como:

$$N_{a,t} = \frac{(C_{a,t})}{\left[\left(1 - e^{-((F_{ter} * Sel_a) + M)} \right) * \left(\frac{(F_{ter} * Sel_a)}{((F_{ter} * Sel_a) + M)} \right) \right]} \dots (39)$$

Una vez estimado el número de camarones en el grupo de edad terminal y del último periodo de tiempo de la serie de datos comprendidos en el estudio, se procedió a reestimar la población para todas las cohortes empleando la ecuación 26. Posterior a ello se redefine también F con la ecuación 28.

Así, la mortalidad promedio por cada grupo de edad (\bar{F}_a) es:

$$\bar{F}_a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^k F_{a,t} \dots (40)$$

De igual forma, se calcularon los cambios de la mortalidad por pesca promedio agrupando diferentes grupos de edad a lo largo del periodo de estudio.

Respecto al proceso de ingreso de las nuevas generaciones producto del desove al stock explotado, se eligió el grupo de edad más joven observado en la población (correspondiente a la edad de 3 meses de edad relativa) como indicador del comportamiento y magnitud del reclutamiento que debió haber ocurrido para generar las capturas observadas.

Por último, se estimaron las tasas de cosecha (E) que relacionan la proporción de captura respecto a la abundancia de la población, a fin de evaluar el grado de explotación en que se encuentra esta especie, mediante la siguiente relación:

$$E_{a,t} = \frac{C_{a,t}}{N_{a,t}} \dots (41).$$

8. RESULTADOS.

8.1. Capturas de camarón café

Se puede observar en la figura 5 que las capturas en peso desembarcado de camarón café en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. por temporada de pesca no son uniformes (Fig. 5a), oscilando de 11 ton en la temporada 1996-97 hasta 270 ton en la temporada 1992-93, con una media de 105.4 ton durante el periodo de estudio.

Desde el punto de vista de la temporalidad de la captura, en general el primer mes de inicio de la pesca (septiembre) es el mes de máxima captura, descendiendo paulatinamente conforme avanza la temporada (Fig. 5 b). Las excepciones a este patrón temporal se reconocen en condiciones extremas, ya sea de máxima o mínima producción.

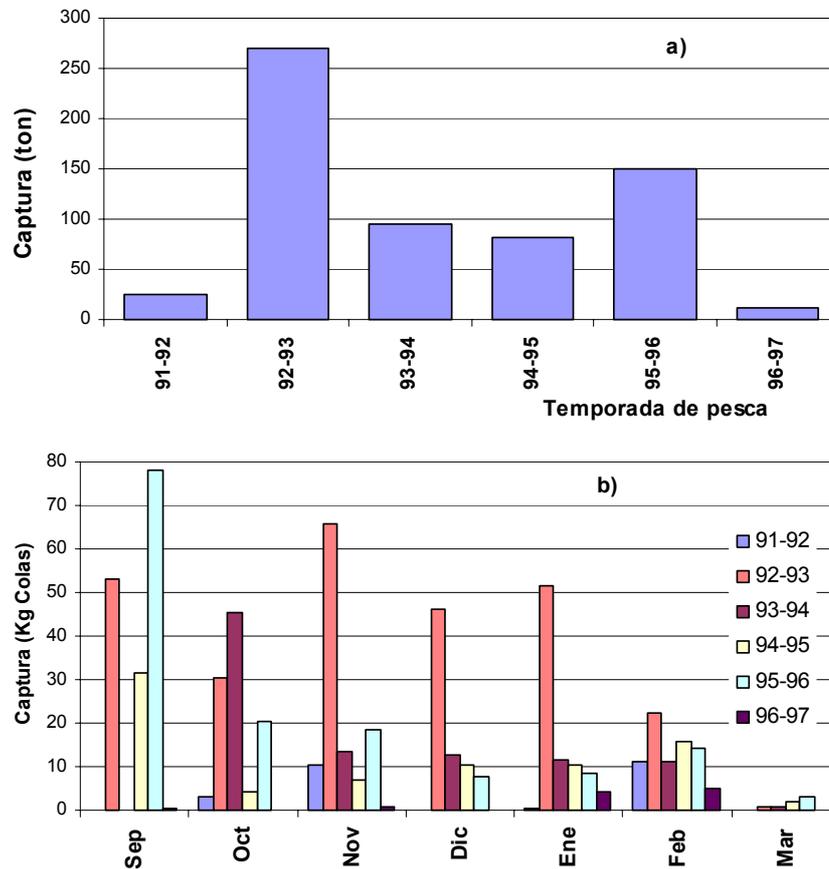


Fig. 5. Capturas de camarón café en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) por temporada de pesca y b) mensual.

8.2. Captura procesada

Durante el periodo de estudio la captura procesada de camarón café no es en ninguna temporada el total de la captura registrada en los arribos oficiales de pesca, estimándose un valor promedio de 22 % por temporada de pesca (Fig. 6 a). De manera similar, mensualmente sólo se procesó en las plantas maquiladoras un promedio de 25 % de la captura total arribada; lo que refleja el reducido volumen de procesamiento del producto en la región y una capacidad uniforme de procesamiento a lo largo del periodo que comprende cada temporada de pesca, independientemente de la magnitud total de la captura total (Fig. 6 b).

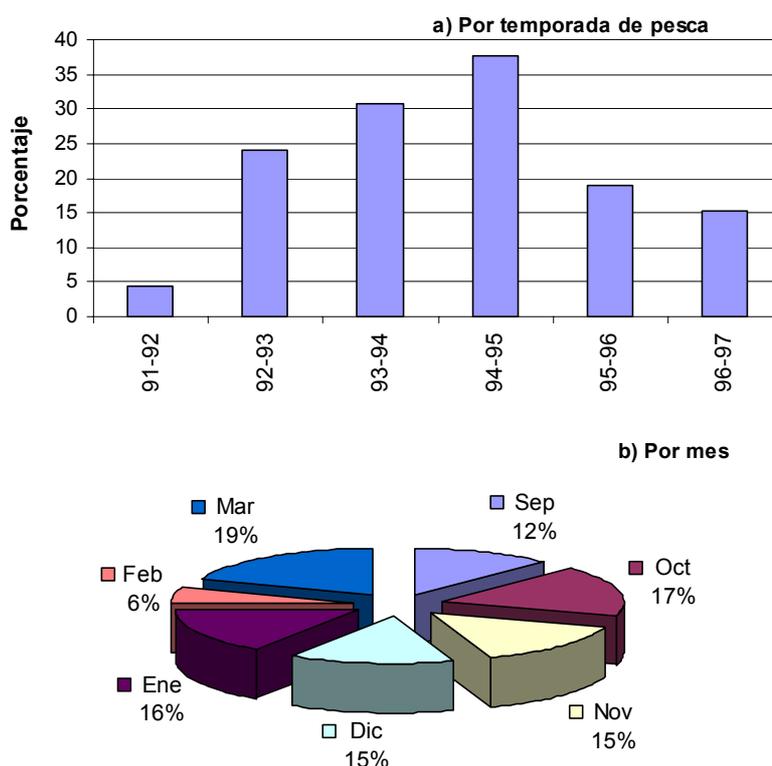


Fig. 6. Porcentaje de la captura procesada respecto al total de la captura registrada de camarón café en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) Por temporada de pesca, b) promedio mensual.

Respecto a la distribución de la captura en las categorías comerciales de tallas, se puede observar en la figura 7a que ésta no es igual en cada temporada de captura, observándose que predominan diferentes categorías en cada temporada de pesca, aún cuando el sector pesquero prefiere la captura de las tallas mayores en virtud a su mayor peso y valor comercial. Así, la contribución relativa de las categorías comerciales de talla, en promedio para el periodo de estudio, distingue a la talla 21-25 como la dominante, descendiendo la contribución relativa de las otras categorías de manera proporcional conforme se aleja de este valor medio, hasta las categorías U-10 y 41-50 (Fig. 7 b).

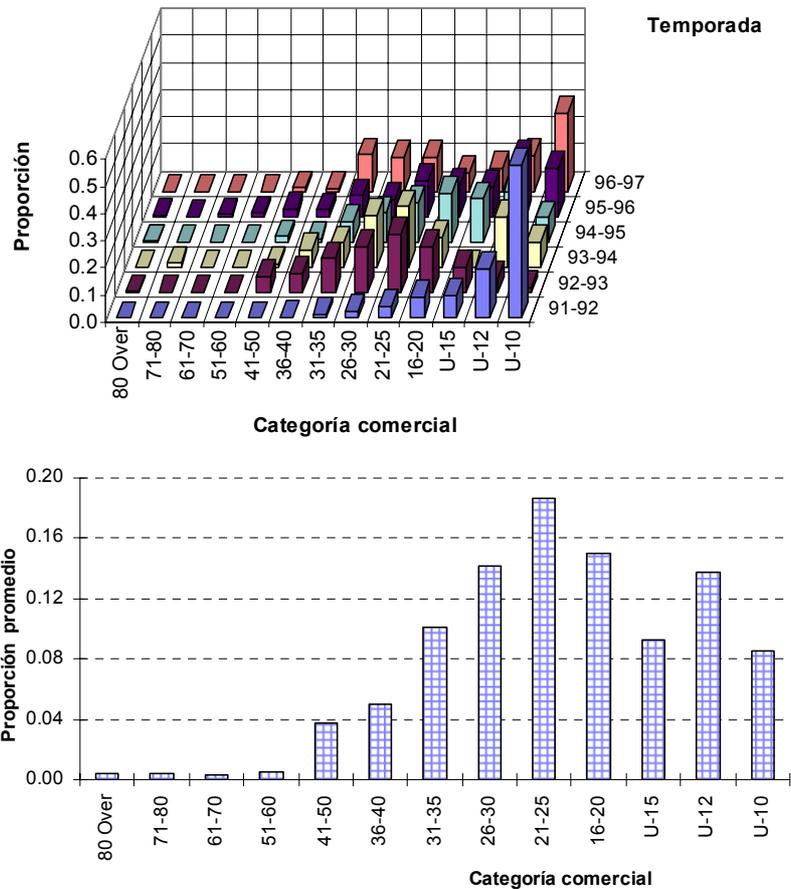


Fig. 7. Contribución relativa de la captura procesada de camarón café por categoría comercial, a) por temporada de pesca, b) promedio total de cada categoría comercial.

8.3. Relaciones morfométricas

Los parámetros de las ecuaciones obtenidas se presentan en la Tabla 2. El intervalo de longitud total utilizado para el cálculo de los parámetros fue de 68 - 238 mm de longitud total y de 56 - 150 mm de longitud abdominal y corresponden con el periodo de estudio.

Abcisa	Ordenada	a	b	Error estándar	r2	n
Longitud Total	Peso Total	4.4836E-06	3.127453	0.0815	0.9722	1341
Longitud Total	Peso Abdominal	4.8591E-06	3.029227	0.1034	0.9568	955
Longitud Abdomen	Peso Total	1.3455E-05	3.170070	0.1096	0.9546	949
Longitud Abdomen	Peso Abdominal	1.4308E-05	3.068740	0.1005	0.9592	948
Longitud Abdominal	Longitud Total	-0.579708	1.523211	4.9246	0.9616	1133

Tabla 2. Parámetros de las relaciones morfométricas de camarón café calculadas para la región de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. (El peso está expresado en gramos y la longitud en milímetros).

8.4. Número y pesos de los camarones en la maquila

La distribución del número de camarones por categoría comercial se supone constante a lo largo de la temporada en virtud del control de calidad impuesto a todas las plantas procesadoras existentes en el Estado por la empresa comercializadora Ocean Garden, Inc. En general dicho control es el mismo para todas las plantas y constante a lo largo de las temporadas bajo estudio (Anónimo, 1988). De esta manera, considerando que cada marqueta pesa 5 libras (2.2 Kg), el establecimiento preliminar de los límites del peso individual de los camarones en cada marqueta se obtiene de manera aritmética. No obstante, se definió el número de camarones por marqueta mediante el empleo de la información proveniente de una serie de muestreos de 1787 camarones (café) efectuado en planta durante la temporada de pesca 1997-1998 para conocer el rango (mínimo y máximo) en el número de camarones que presenta en promedio una marqueta de cada categoría comercial (Tabla 3). Una vez que se contó con los valores de pesos mínimo y máximo por categoría comercial, el establecimiento de la longitud abdominal y longitud total se efectuó mediante el empleo de las relaciones morfométricas correspondientes.

Talla Comercial	Número por kilogramo		Peso Abdominal (g)		Longitud Abdominal (mm)		Longitud Total (mm)	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
U-10	11	24	41	91	125	160	191	244
U-12	17	35	28	58	112	139	170	212
U-15	20	39	26	51	109	134	165	204
16-20	26	52	19	39	100	123	151	187
21-25	27	62	16	37	94	122	143	185
26-30	40	90	11	25	84	107	127	163
31-35	58	100	10	17	81	96	123	146
36-40	68	124	8	15	76	92	115	139
41-50	80	148	7	13	72	87	109	132
51-60	90	172	6	11	69	84	104	127
61-70	111	202	5	9	66	79	99	119
71-80	136	231	4	7	63	74	95	112
81-90	157	247	4	6	62	71	93	107

Tabla 3. Número, peso y longitudes individuales del camarón café por categoría comercial en el proceso de maquila de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

8.5. Transformación de la Captura por Categoría de Talla Comercial a Intervalos de Talla Constante

Una vez establecidos los rangos de la longitud total en cada categoría comercial, se evaluó la distribución de la misma en la población a fin de conocer sus parámetros en cada temporada. En general, las longitudes totales del camarón registradas en los muestreos biológicos se encontraron definidas en un rango entre 60 y 240 mm. La figura 8 muestra las distribuciones de frecuencias de longitudes de 7164 camarones de las 37 prospecciones repartidas a lo largo de las temporadas bajo estudio.

En cada temporada, se agruparon las longitudes totales observadas en las prospecciones de la población a lo largo de los intervalos definidos para cada categoría comercial. Para cada intervalo de longitud, correspondiente a cada categoría comercial, se calculó la media y la desviación estándar de la longitud total por temporada de pesca (Tabla 4). Las tendencias de los estimados de media y desviación estándar de la longitud total a lo largo de cada categoría comercial durante cada temporada de pesca se presentan en la figura 9. Como se puede apreciar, la longitud media aumenta conforme disminuye el número de camarones por categoría comercial al ser mayor el peso y la longitud de los organismos (Fig. 9a). Respecto a la desviación estándar de la longitud total por categoría comercial, se aprecia que en 5 de las 6 temporadas la dispersión es mayor en las categorías comerciales con tallas pequeñas, llegando a su valor mínimo en la categoría 16-20, categoría alrededor de la cual se encuentra el centro de la distribución (Fig. 9b), volviendo a incrementarse la dispersión para las categorías comerciales con tallas mayores. Es notorio que la temporada de pesca 1995-96 prácticamente se invierte el patrón observado, estando la mayor dispersión en las categorías comerciales con tallas más grandes.

Categoría comercial	Intervalo de longitud total (mm)	Media y desviación estándar de la longitud total											
		91-92		92-93		93-94		94-95		95-96		96-97	
		\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ
81-90	93-107	101	5.5	101	5.5	103	5.7	103	5.7	101	2.5	100	6.2
71-80	95-112	106	5.0	106	5.0	107	5.2	107	5.2	103	2.2	103	5.9
61-70	99-119	111	4.4	111	4.4	116	4.2	119	4.8	111	1.5	116	4.3
51-60	104-127	125	3.7	119	3.5	120	3.7	122	4.5	115	1.1	120	3.9
41-50	109-132	129	3.3	125	2.9	123	3.4	127	4.0	120	0.8	125	3.4
36-40	115-139	136	2.6	134	2.0	130	2.8	135	3.2	127	0.8	132	2.7
31-35	123-146	140	2.3	138	1.6	136	2.2	139	2.7	134	1.0	137	2.2
26-30	127-163	149	1.6	147	1.2	145	1.7	150	1.9	141	1.7	146	1.6
21-25	143-185	162	1.0	162	1.1	166	1.2	164	1.1	159	2.9	163	1.0
16-20	151-187	165	0.9	165	1.1	170	1.1	167	1.0	163	3.0	166	0.9
U-15	165-204	182	1.4	179	1.8	182	1.8	183	1.3	171	3.6	182	1.8
U-12	170-212	186	1.7	182	2.0	185	1.9	187	1.5	175	3.8	186	2.0
U-10	191-244	201	2.5	197	3.0	197	2.7	201	2.2	193	4.9	203	3.0

Tabla 4. Media y desviación estándar de la longitud total de camarón café por categoría comercial por temporada de pesca en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Con cada par de valores de media y desviación y durante cada temporada, se generó una nueva distribución de frecuencias de la longitud total y ésta se redistribuyó (en términos de frecuencias relativas) en los intervalos establecidos para cada categoría comercial. En otras palabras, se construyó la matriz de distribución de probabilidad de la longitud total en cada categoría de talla comercial que se empleó como clave de conversión de un tipo de talla a la otra (Fig. 10). En la tabla 5 se presenta el promedio de la distribución de frecuencias de las longitudes totales a lo largo de las categorías comerciales de todas las temporadas sujetas a estudio.

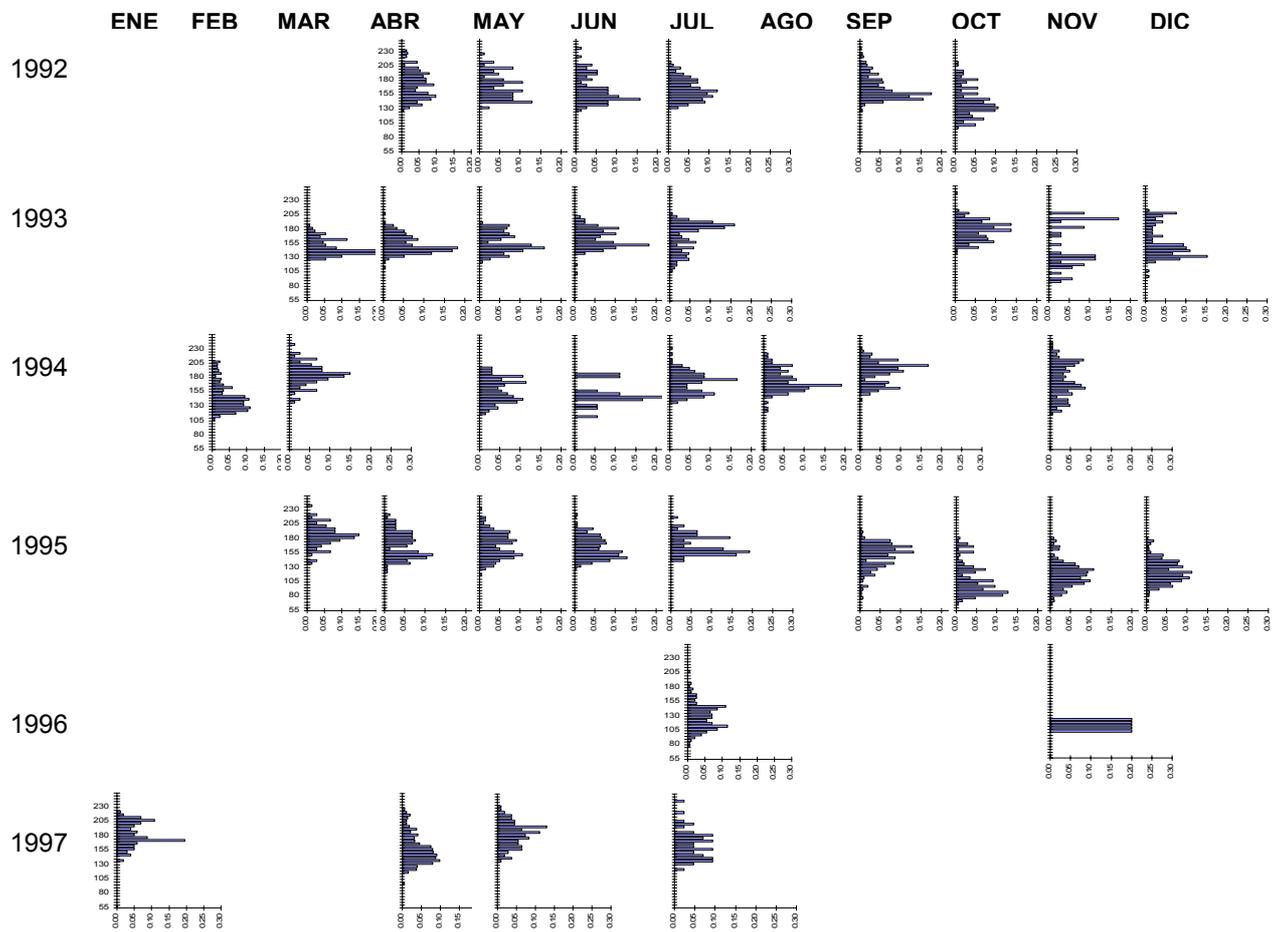


Fig. 8. Distribución de frecuencias relativas de la longitud total de camarón café en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Una vez estimada la captura procesada por intervalo de longitud total igualmente espaciados, ésta se extrapola al total de la captura registrada en los avisos de arribo.

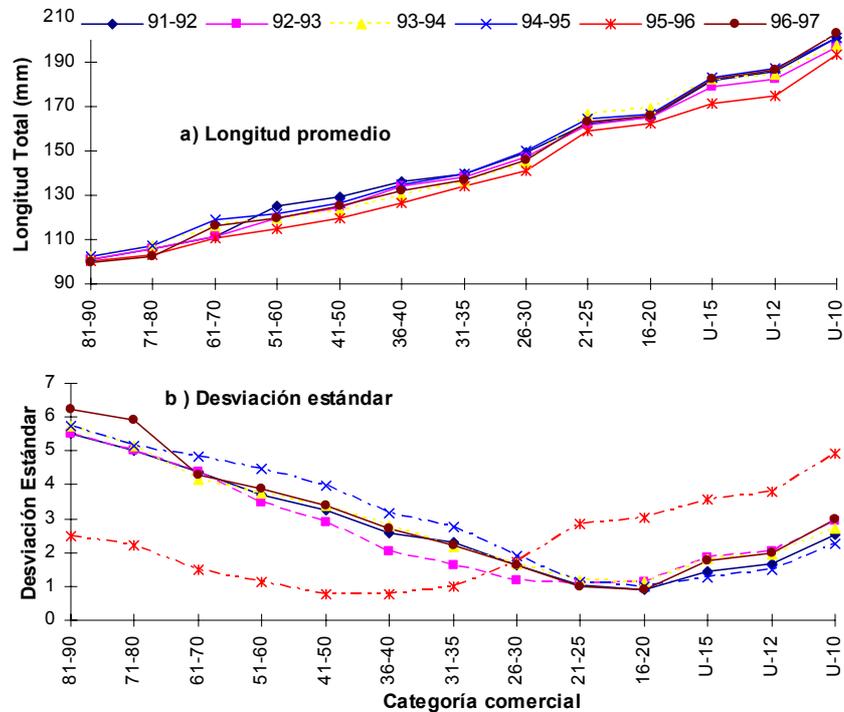


Fig. 9. Media y desviación estándar de la longitud total por categoría de talla comercial de camarón café en diferentes temporadas de pesca en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

8.6. Parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy

Para la estimación de los parámetros del modelo de von Bertalanffy se emplearon los datos de tallas de 16 prospecciones comprendidas entre 1994 y 1995, en virtud a que en este período se contaba con una mayor continuidad y cantidad de datos en un corto plazo de tiempo (Fig. 8), sin que se utilizara algoritmo alguno para la ponderación del tamaño de muestra o del tiempo de separación entre ellas.

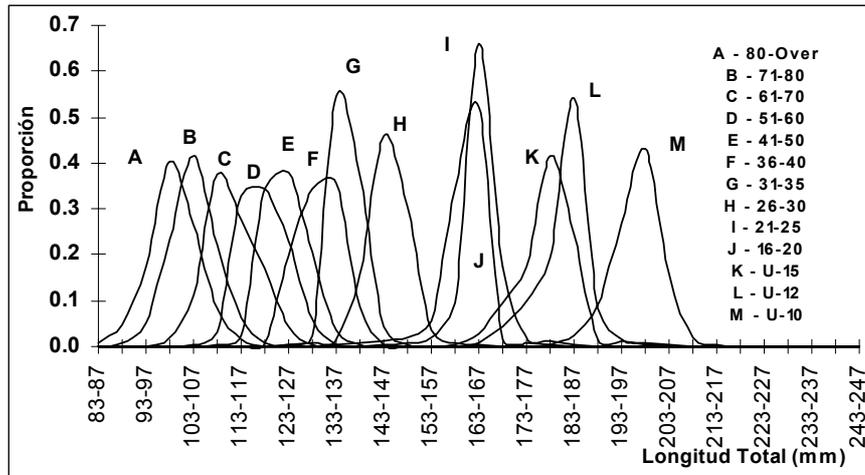


Fig. 10. Distribuciones normales para cada talla comercial en intervalos de longitud total constante de camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Respecto al parámetro relativo a la longitud asíntótica, L_{∞} , la figura 11 muestra la serie de datos y la línea de ajuste de la regresión obtenida mediante el gráfico de Powell-Wetherall. La selección gráfica del punto de inicio para el modelo de regresión correspondió a 190 mm (Tabla 5). Valores inferiores o superiores a este punto de inicio arrojaron valores apartados respecto a los valores de L_{∞} reportados en la literatura (Tabla 6). No obstante, el valor de L_{∞} aquí obtenido para los sexos combinados (245.6 mm), representa el estimado más cercano a los más elevados para esta especie en el noroeste del Pacífico mexicano por otros autores (López, 2000).

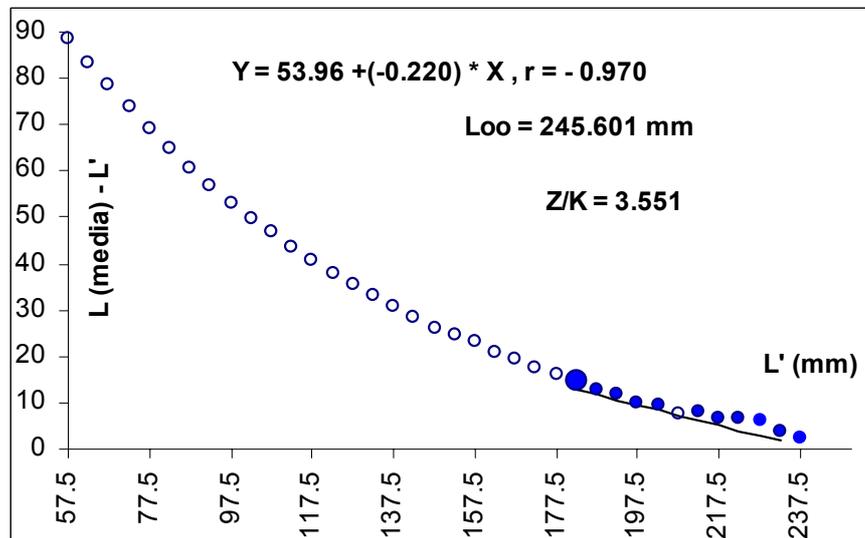


Fig. 11. Gráfico de Powell-Wetherall para la estimación de L_{∞} y Z/K en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Para la estimación del parámetro de curvatura del modelo de crecimiento, K, se empleó el valor de l_{∞} como valor semilla para el ingreso al análisis del rastreo de K. (ELEFAN I). Se probaron todos los posibles puntos de inicio (con relación a la longitud y el número de muestra) de una curva de crecimiento para la identificación de la combinación óptima de los parámetros. El valor anual de K con el mejor valor de ajuste ($R_n=0.193$) fue $K = 1.9$ (0.1583 mensual). El valor para la longitud hipotética cuando $t=0$ se estimó en 0.001 (Tabla 6).

Categoría Comercial >		80 Over	71-80	61-70	51-60	41-50	36-40	31-35	26-30	21-25	16-20	U-15	U-12	U-10
Longitud Total (mm) >														
P. Medio	Intervalo	93-107	95-112	99-119	104-127	109-132	115-139	123-146	127-163	143-185	151-187	165-204	170-212	191-244
85	83-87	0.0073	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90	88-92	0.0486	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
95	93-97	0.1735	0.0526	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100	98-102	0.4052	0.2348	0.0187	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
105	103-107	0.2655	0.4153	0.1108	0.0035	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110	108-112	0.0842	0.2198	0.3766	0.0302	0.0035	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
115	113-117	0.0142	0.0624	0.2754	0.3284	0.0250	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120	118-122	0.0013	0.0075	0.1684	0.3453	0.3447	0.0097	0.0007	0.0009	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
125	123-127	0.0001	0.0004	0.0438	0.2278	0.3808	0.1963	0.0056	0.0030	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130	128-132	0.0000	0.0000	0.0050	0.0591	0.2056	0.3444	0.0256	0.0082	0.0012	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
135	133-137	0.0000	0.0000	0.0002	0.0050	0.0375	0.3542	0.5474	0.0171	0.0032	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
140	138-142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0024	0.0873	0.3698	0.1565	0.0068	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000
145	143-147	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0055	0.0447	0.4598	0.0123	0.0039	0.0002	0.0000	0.0000
150	148-152	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0055	0.3051	0.0190	0.0091	0.0006	0.0001	0.0000
155	153-157	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0358	0.0564	0.0207	0.0019	0.0003	0.0000
160	158-162	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.3439	0.0947	0.0055	0.0014	0.0000
165	163-167	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0033	0.5232	0.6595	0.0283	0.0066	0.0000
170	168-172	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0167	0.1756	0.0932	0.0429	0.0001
175	173-177	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0093	0.0179	0.1748	0.0974	0.0006
180	178-182	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0101	0.4160	0.1950	0.0043
185	183-187	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0045	0.2449	0.5408	0.0235
190	188-192	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0016	0.0171	0.0829	0.0908
195	193-197	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0101	0.0174	0.2703
200	198-202	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0048	0.0095	0.4298
205	203-207	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0040	0.1564
210	208-212	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0014	0.0188
215	213-217	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0042
220	218-222	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010
225	223-227	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
230	228-232	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
235	233-237	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
240	238-242	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
245	243-247	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total >>		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. Matriz promedio de probabilidad para transformar la talla comercial a longitud distribuida en intervalos de constantes de 5 mm.

Por otra parte, se identificaron los grupos modales componentes de cada una de las 16 distribuciones mensuales de frecuencias de longitudes analizadas (Fig. 12). Se identificaron de 1 a 4 componentes en cada distribución mensual de frecuencias, en donde la media de la longitud total se encontró entre 83 y 212.5 mm y la desviación estándar de 2.2 a 12.4. Respecto al índice de separación, en ningún caso se encontró menor a 2.

A partir de los pares de valores de media y desviación estándar de la longitud obtenidos se generaron 4,800 números aleatorios (normales) a los que se les asignó una edad relativa mediante el modelo de von Bertalanffy. La Tabla 7 presenta los atributos estadísticos de los estimados de la edad agrupados por intervalos de longitud de 5 mm (media, desviación estándar y coeficiente de variación), así como el tamaño de muestra y la tasa de cambio (E_{t+1}/E_t) de la edad respecto a la longitud.

Farfantepenaeus californiensis

Sexo	Loo (mm)	Woo (g)	K (1/mes)	To (1/mes)	Región	Periodo	Fuente
Machos	229.7	73.08	0.109	0.631	P. Peñasco, Son., Méx.	mensual	Galicia, 1976
Hembras	241.4	77.89	0.170	0.479	P. Peñasco, Son., Méx.	mensual	Galicia, 1977
Ambos	238.7	76.06	0.136	0.760	P. Peñasco, Son., Méx.	mensual	Galicia, 1978
Machos	222.0	-	0.173	0.264	Golfo California, Méx.	mensual	Chávez y Rodríguez de la Cruz, 1971.
Hembras	261.0	-	0.132	0.062	Golfo California, Méx.	mensual	Chávez y Rodríguez de la Cruz, 1971.
Ambos	242.0	-	0.166	0.140	Golfo California, Méx.	mensual	Chávez y Rodríguez de la Cruz, 1971.
Ambos	242.0	-	0.186	0.140	Sinaloa, Méx.		Lluch, 1974
Ambos	245.6	-	0.158	0.001	Bahía Magdalena, B.C.S., Méx.	mensual	Este trabajo

F. aztecus

Ambos	207	70	0.190	0.872	Tamaulipas y N. Veracruz, Méx.	mensual	Chávez, 1973
Hembras	236	113	0.162	0.759	Tamaulipas y N. Veracruz, Méx.	mensual	Chávez, 1973
Machos	178	46	0.257	0.239	Tamaulipas y N. Veracruz, Méx.	mensual	Chávez, 1973
Ambos	-	-	0.070	-	Carolina del Norte, EUA	semanal	McCoy, 1968
Hembras	193.6	-	0.336	-	Norte Golfo de México, EUA.	mensual	Parrac, 1979
Machos	168.7	-	0.336	-	Norte Golfo de México, EUA.	mensual	Parrac, 1979
Hembras	226.4	92	0.143	0.068	Tamaulipas, Méx.	mensual	Castro, 1982
Machos	182.3	52.1	0.280	0.515	Tamaulipas, Méx.	mensual	Castro, 1982

F. duorarum

Hembras	199	72.3	0.055	0.060	Tortugas, Florida, EUA	semanal	Berry, 1967
Machos	168	42.3	0.055	0.060	Tortugas, Florida, EUA	semanal	Berry, 1967
Ambos	-	42	0.071	0.680	Tortugas y Sanibel, EUA	semanal	Kutkuhn, 1966
Ambos	-	35.6	0.339	3.200	Tortugas y Sanibel, EUA	mensual	Kutkuhn, 1966
Ambos	185	57.8	0.068	-	Tortugas, Florida, EUA	semanal	Lindner, 1965
Ambos	262.4	125.2	0.309	0.191	Sonda de Campeche, Méx.	mensual	Arreguín-Sánchez y Chávez, 1985
Ambos	108.9	51.5	0.216	1.000	Estanquería	mensual	López-Téllez, et al, 2001

F. brasiliensis

Ambos	228	97	0.277	0.246	Contoy, QR, Méx.	mensual	Arreguín-Sánchez, 1981 a
Hembras	266	157	0.170	0.341	Contoy, QR, Méx.	mensual	Arreguín-Sánchez, 1981 a
Ambos	219	73	0.251	0.379	Contoy, QR, Méx.	mensual	Arreguín-Sánchez, 1981 a
Hembras	205	-	0.210	6.500	Brasil	mensual	Toledo-Cardoso, 1973

F. brevirostris

Ambos	179	107	0.231	0.379	Contoy, QR, Méx.	mensual	Arreguín-Sánchez, 1981 b
-------	-----	-----	-------	-------	------------------	---------	--------------------------

Tabla 6. Parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para camarón café (*F. californiensis*) y otras especies de camarón del género *Farfantepenaeus*.

En la figura 13 se puede observar que tanto la media como la desviación estándar de la edad muestran un comportamiento de tipo exponencial, incrementándose conforme la longitud aumenta, hasta un valor asintótico correspondiente a L_{∞} (Fig. 13 a). La edad muestra una mayor dispersión en las tallas más grandes y cercanas a L_{∞} , como lo denota la desviación estándar y el coeficiente de variación (Fig. 13 b), en virtud por una parte al tamaño de muestra de los intervalos (Fig. 13 b), pero principalmente a que la tasa de cambio en estos intervalos de longitud es mucho menor (Fig. 13 c); esto es, en los camarones "viejos" la longitud cambia muy poco.

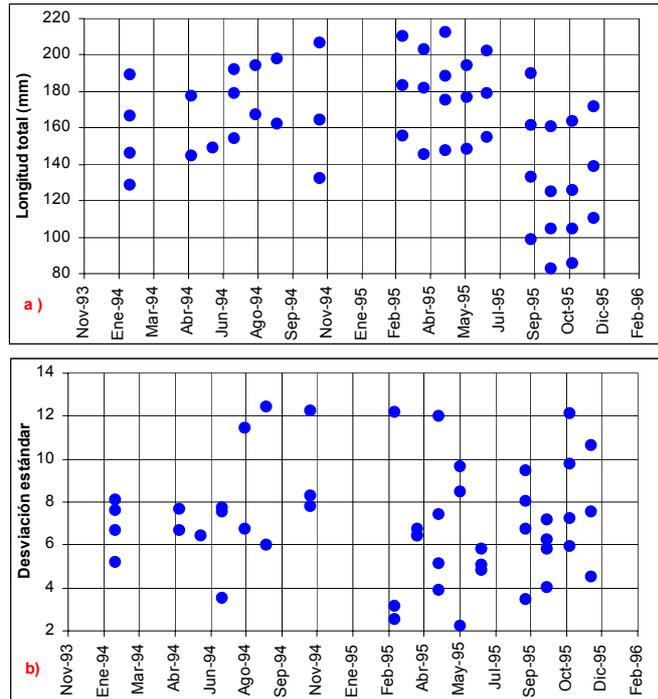


Fig. 12. Longitud total media (a) y desviación estándar (b) de los grupos modales identificados en las distribuciones de frecuencias de camarón café durante 1994-95 (Descomposición por el método de Bhattacharya, 1967).

8.7. Clave Talla - Edad

Finalmente para transformar la captura por intervalo de longitud a grupos mensuales de edad, a partir de los parámetros normales (media y desviación estándar) de la edad respecto a la longitud, se generó una distribución normal estructurada por grupos discretos de edad a lo largo del rango de tallas que presenta la especie en las capturas. Dicha distribución se transformó en valores relativos de manera que se generó la matriz de distribución de probabilidad talla-edad. En la figura 14 se observa la correspondiente clave talla – edad.

En esta clave talla – edad se puede notar que en general un intervalo de talla puede ser asignado a más de un grupo de edad. No obstante, la correspondencia entre la longitud con la edad, en las edades más jóvenes, es casi unívoca; (i.e., el intervalo de longitud con punto medio en 90 mm tiene un probabilidad muy alta de tener sólo la edad 3); mientras que en las tallas mayores la probabilidad de pertenecer a una

sola edad es muy baja (*i.e.*, el intervalo de longitud con punto medio de 240 mm presenta su distribución de probabilidad a lo largo de varios grupos de edad). Como se comentó anteriormente, esto se debe a que la tasa de cambio en la longitud en las edades más jóvenes es mayor que en las tallas viejas. Cabe aquí hacer notar que debe tomarse en cuenta la influencia que persiste a lo largo del presente trabajo, por el hecho de que la relación entre la longitud con la edad aquí se estableció para los sexos combinados, dado que se reconocen diferencias significativas en el crecimiento entre los sexos de los camarones (García y Le Reste, 1986).

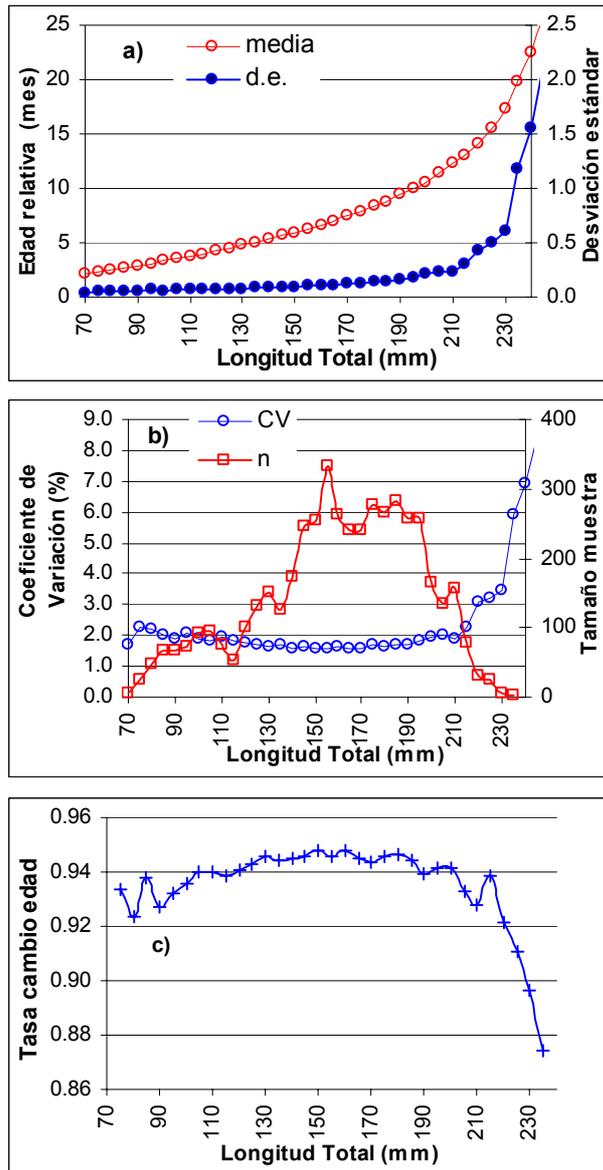


Fig.13. Patrones de variación de algunos atributos estadísticos de la edad relativa estimada y agrupada por intervalo de longitud total en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) media y desviación estándar b) coeficiente de variación y tamaño de muestra (n), c) tasa de cambio (E_{t+1}/E_t) en la edad respecto a la longitud.

Los valores relativos de participación de cada grupo de talla en los grupos de edad permitió entonces transformar la captura por intervalo de longitud (distribuidos en intervalos de igual distancia) a captura por grupo de edad, con lo cual se procedió a efectuar el análisis de población virtual para una población estructurada por edad (Tabla 8, Fig. 15).

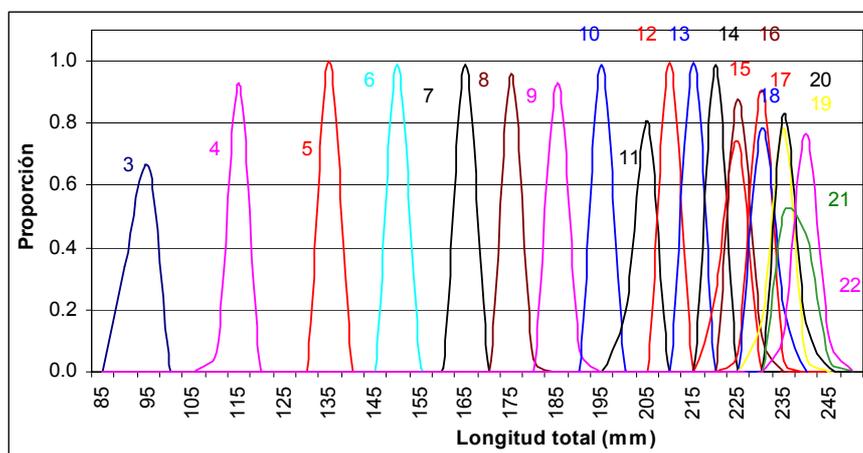


Fig. 14. Matriz de distribución de la longitud total por grupo de edad (clave talla - edad) en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

En la Tabla 8 y Fig. 15 se pueden observar los estimados de la población capturada por temporada de pesca y por grupo de edad. Se nota en principio que la edad mínima de captura es de 3 meses y que las capturas de camarones mayores de 12 meses son prácticamente mínimas o nulas. A diferencia del comportamiento de las capturas por intervalo de longitud, desde la perspectiva de la captura de individuos por grupo de edad se desprende que existe en casi todas las temporadas de pesca un punto de máxima captura entre las edades de 5 y 6 meses, principalmente, luego hay un descenso y después un repunte de la captura de ejemplares de 8 meses. En la figura 15 b se observa que las temporadas de pesca 1992-93 y 1996-97 son las de mayor magnitud. En las temporadas de menor captura (1991-192, 1993-94 y 1994-95), la contribución a la captura total se reconoce importante entre las edades de 9, 5 y 8 meses de edad, respectivamente.

8.8. Mortalidad Natural

Previo al ingreso al análisis de población virtual se estimó la mortalidad natural (M) y el patrón de selectividad por edad. Con relación a M, se evaluó en primera instancia el modelo de Pauly (1980) descrito en la ecuación 24; los valores empleados de K y L_{∞} son los obtenidos en el presente trabajo (tabla 6); el valor de la temperatura (T) considerado correspondió a 17.8 °C, el cual es el promedio de la temperatura del fondo del agua en los muestreos efectuados durante 1988 y 1989 en la zona profunda del sistema lagunar, en donde es más intensa la pesca. De esta manera el valor anual estimado de M fue 1.22. Respecto al modelo de Rikhter y Efanov (1976), se estimó la longitud de primera madurez en 162 mm, con lo que la edad de primera madurez, con los valores de los parámetros de crecimiento corresponde a $t_{mass} = 0.5672$. El estimado anual de M por tanto es de 2.13.

Longitud Total (mm)			n	Edad Estimada (meses)					Tasa de cambio edad
Mín	Máx.	Media		Mínima	Máxima	Media	d.e.	C.V.	
67.5	72.4	70	6	2.1	2.2	2.2	0.04	1.7	
72.5	77.4	75	24	2.2	2.4	2.3	0.05	2.3	0.93
77.5	82.4	80	48	2.4	2.6	2.5	0.05	2.2	0.92
82.5	87.4	85	66	2.6	2.8	2.7	0.05	2.0	0.94
87.5	92.4	90	67	2.8	3.0	2.9	0.06	1.9	0.93
92.5	97.4	95	74	3.0	3.2	3.1	0.06	2.1	0.93
97.5	102.4	100	92	3.2	3.4	3.3	0.06	1.9	0.94
102.5	107.4	105	96	3.4	3.6	3.5	0.06	1.8	0.94
107.5	112.4	110	76	3.6	3.9	3.8	0.07	2.0	0.94
112.5	117.4	115	54	3.9	4.1	4.0	0.07	1.8	0.94
117.5	122.4	120	100	4.1	4.4	4.3	0.07	1.7	0.94
122.5	127.4	125	132	4.4	4.6	4.5	0.08	1.7	0.94
127.5	132.4	130	151	4.6	4.9	4.8	0.08	1.7	0.95
132.5	137.4	135	126	4.9	5.2	5.0	0.09	1.7	0.94
137.5	142.4	140	174	5.2	5.5	5.3	0.08	1.6	0.95
142.5	147.4	145	245	5.5	5.8	5.7	0.09	1.6	0.95
147.5	152.4	150	254	5.8	6.1	6.0	0.10	1.6	0.95
152.5	157.4	155	334	6.1	6.5	6.3	0.10	1.6	0.95
157.5	162.4	160	262	6.5	6.9	6.7	0.11	1.6	0.95
162.5	167.4	165	241	6.9	7.2	7.0	0.11	1.6	0.94
167.5	172.4	170	241	7.2	7.7	7.5	0.12	1.6	0.94
172.5	177.4	175	278	7.7	8.1	7.9	0.13	1.7	0.95
177.5	182.4	180	267	8.1	8.6	8.3	0.14	1.6	0.95
182.5	187.4	185	282	8.6	9.1	8.8	0.15	1.7	0.94
187.5	192.4	190	257	9.1	9.7	9.4	0.16	1.7	0.94
192.5	197.4	195	256	9.7	10.3	10.0	0.18	1.8	0.94
197.5	202.4	200	165	10.3	11.0	10.6	0.21	1.9	0.94
202.5	207.4	205	135	11.0	11.8	11.4	0.23	2.0	0.93
207.5	212.4	210	156	11.8	12.6	12.3	0.23	1.9	0.93
212.5	217.4	215	78	12.7	13.7	13.0	0.30	2.3	0.94
217.5	222.4	220	30	13.7	14.9	14.2	0.44	3.1	0.92
222.5	227.4	225	24	14.9	16.3	15.5	0.49	3.2	0.91
227.5	232.4	230	5	16.6	18.1	17.3	0.60	3.5	0.90
232.5	237.4	235	4	18.8	21.0	19.8	1.17	5.9	0.87
237.5	242.4	240	-	21.0	24.2	22.5	1.56	14.5	0.88
242.5	247.4	245	-	24.2	28.1	26.1	2.21	11.8	0.86

Tabla 7. Longitud total media, edad relativa y tasa de cambio de la edad por intervalo de longitud total en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Es evidente que ambos estimados difieren bastante entre si y, se decidió adoptar el valor obtenido mediante el modelo de Rikhter y Efanov (1976), el cual es el más elevado, considerando que la población explotada está representada en mayor parte por la población joven y a que en estos estadios la mortalidad natural es mayor. Para el camarón café del Pacífico mexicano, los valores anuales de M reportados en literatura oscilan entre 0.24 y 3.18 (Cruz y Reina, 1976; García-Gómez, 1976b;

Jaquemin, 1976; Rodríguez de la Cruz, 1976; Lluch, 1974), obteniéndose los mayores valores de M en Puerto Peñasco, Son.

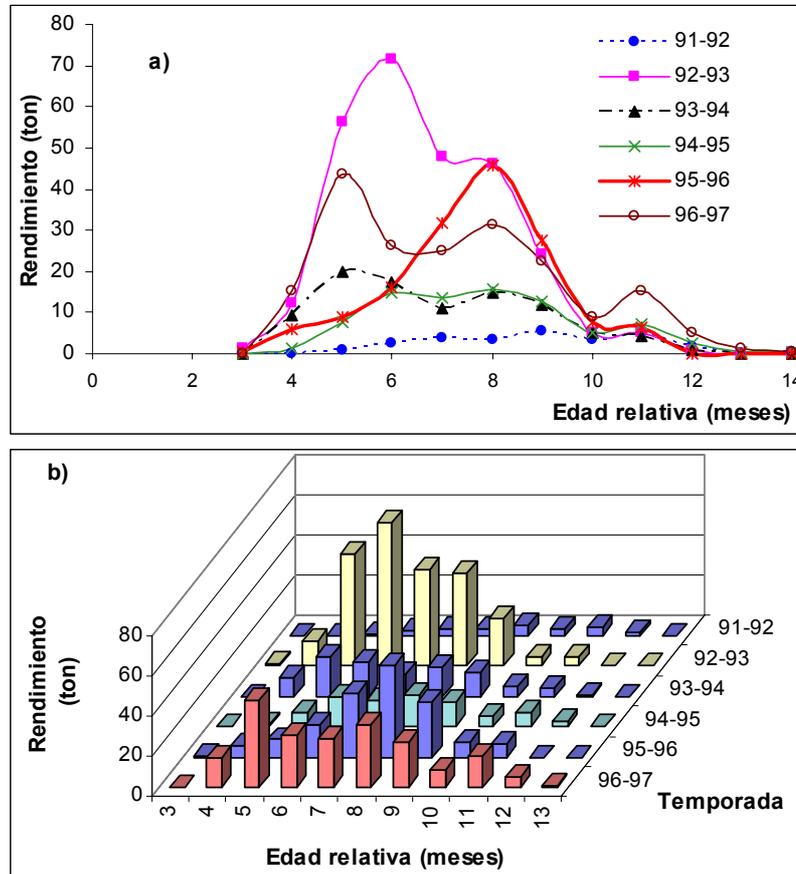


Fig. 15. Captura en peso observada por grupo de edad en el camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) Hasta la edad de 22 meses, b) hasta la edad de 13 meses.

8.9. Selectividad

Respecto a la selectividad de las redes de arrastre empleadas en el área de estudio, se estimó la ojiva de selección, obteniendo los siguientes valores: $L50\%=136$ mm (equivalente a 5.1 meses), $L25\%=115.6$ mm (equivalente a 4 meses), $L75\%=156.4$ mm (equivalente a 6.4 meses) para un rango de selección de 40.8 mm (equivalente a 2.4 meses) y un factor de selección de 6.2, considerando una abertura de la malla en el bolso de 1.5 ". La proporción de selección por edad fue obtenida mediante la traducción de la longitud a la edad (Fig. 16).

Edad/Temp.	Rendimiento (Kg)						Captura (N)					
	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97
3	27	1,203	163	122	412	0	5,736	220,237	31,822	24,610	81,797	0
4	28	12,276	9,220	1,239	6,036	15,225	3,177	1,302,860	989,747	128,882	674,371	1,551,049
5	971	56,131	20,030	7,454	8,932	43,440	67,909	4,117,407	1,492,977	541,992	682,844	3,290,660
6	2,695	71,335	17,442	14,657	16,241	26,199	141,878	3,817,115	940,316	773,852	855,547	1,402,292
7	3,676	47,758	11,200	13,361	31,568	24,785	146,319	1,915,385	450,558	527,147	1,207,262	969,896
8	3,480	46,318	14,883	15,686	45,531	31,485	112,470	1,492,123	479,224	508,719	1,515,518	1,024,513
9	5,312	24,066	12,042	12,780	27,575	22,599	139,251	655,903	325,973	344,827	716,719	606,916
10	3,493	4,973	4,888	5,267	7,568	8,892	83,003	118,559	116,432	125,143	182,296	211,373
11	4,477	4,923	4,413	7,038	6,386	15,445	96,833	105,559	93,361	151,201	130,570	328,815
12	1,738	744	695	2,572	28	5,023	33,050	14,155	13,223	48,899	575	95,509
13	7	1	48	397	0	1,134	118	24	848	7,031	0	20,066
14	398	168	124	330	0	448	6,560	2,767	2,052	5,444	0	7,396
15	250	67	16	93	0	103	3,910	1,051	271	1,473	0	1,647
16	371	78	4	92	0	78	5,702	1,201	57	1,408	0	1,196
17	167	5	22	36	0	6	2,417	69	313	519	0	82
18	148	7	24	34	0	13	2,130	91	348	479	0	182
19	55	19	19	19	0	38	758	256	256	263	0	509
20	41	23	23	20	0	45	549	305	310	267	0	607
21	20	11	24	16	0	23	275	155	307	209	0	309
22	4	2	25	13	0	5	60	34	320	171	0	67
Total	27,358	270,108	95,305	81,225	150,276	194,983	852,107	13,765,256	4,938,715	3,192,537	6,047,499	9,513,084

Tabla 8. Rendimiento y captura de camarón café por temporada de pesca por grupo de edad (meses) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

8.10. Análisis de Población Virtual

8.10.1. Tamaño de la población

Respecto a los estimados del tamaño de la población mediante el APV, la figura 17 presenta la serie temporal (mensual) de la población que dio origen a las capturas obtenidas en cada temporada de pesca. Se reconoce la variabilidad temporal de la abundancia, se observa una tendencia similar en ambas series y se nota que las capturas representan sólo una fracción de la población presente pero no disponible, ya sea por la selectividad de los artes de pesca como por su vulnerabilidad espacial. También es notorio que los periodos mensuales de mayor abundancia poblacional no necesariamente coinciden con los máximos mensuales de las capturas. Sobresalen la temporada 1992-93 como la de mayor abundancia, seguida de la 1996-97 y las temporadas 1991-92 y 1994-95 como las de menor abundancia.

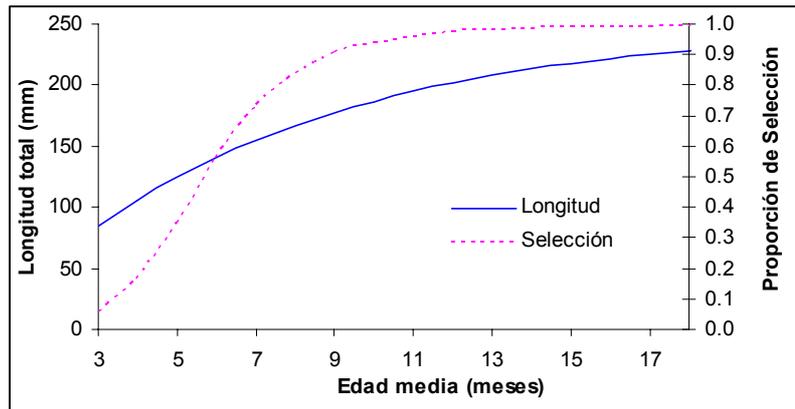


Fig. 16. Selección de camarón café en la red de arrastre en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

La figura 18 muestra los estimados de la población por grupo de edad (mensual) en las diferentes temporadas de pesca. De igual forma son evidentes las diferencias en el tamaño de la población en las diferentes temporadas de pesca. En general, la estructura de la población en las diferentes temporadas manifiesta un mayor tamaño en las primeras edades disminuyendo exponencialmente conforme se avanza hacia las edades más viejas, como consecuencia de la mortalidad total. Por otra parte, se puede observar que no todas las temporadas de pesca observan la misma intensidad en el decaimiento exponencial de la población; por ejemplo, en las temporadas 92-93, 93-94 y 95-96 la presencia del grupo de edad 12 es prácticamente nulo, hay temporadas en las que el tamaño del grupo de edad 3 y 4 es bastante similar, e inclusive ocurre que el grupo de edad 4 es mayor que de 3 meses como en la temporada 96-97. Estas diferencias en la estructura de la población y en la dinámica del decaimiento son las que al parecer definen en última instancia la magnitud de las capturas, ya que como se nota en las temporadas de más altas capturas, como en la 92-93 y 96-97, la contribución de los primeros 3 grupos de edad (3-5) manifiestan una elevada participación en el tamaño total de la población y de las capturas, como consecuencia del proceso de reclutamiento como se hace notar más adelante.

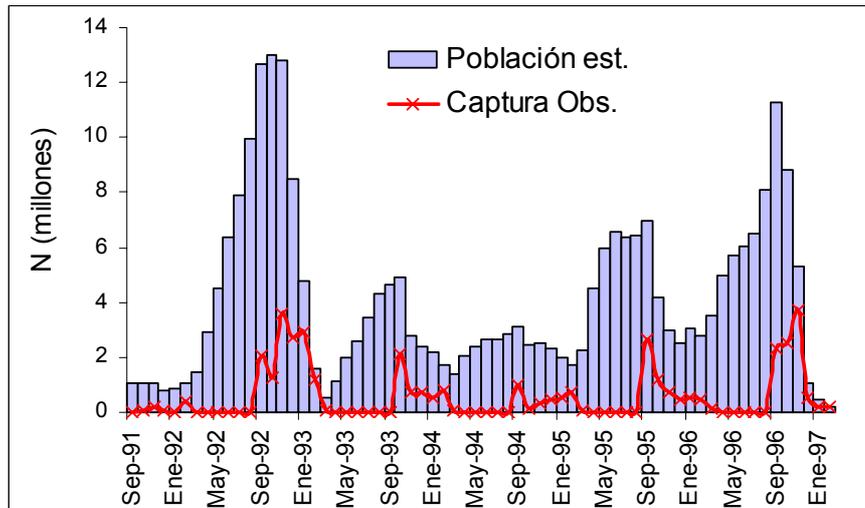


Fig. 17. Estimados del tamaño mensual y captura de la población de camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. durante el periodo de estudio.

8.10.2. Reclutamiento

Una de las herramientas importantes que aporta el análisis de población virtual (APV) para explicar las variaciones en la abundancia de la población a lo largo de las diferentes temporadas de pesca, es la evaluación de los cambios en el proceso de ingreso de nuevos individuos a la pesquería o de reclutamiento. En el presente trabajo se consideran reclutas a los individuos de la edad más temprana evaluada, que fue de tres meses.

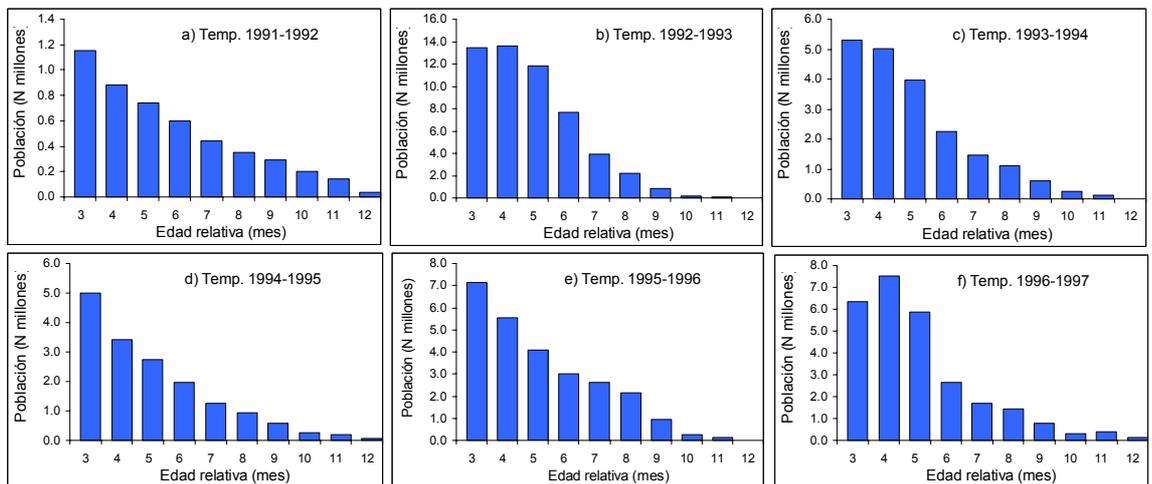


Fig. 18. Estimados del tamaño poblacional de camarón café por grupo de edad en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. durante cada temporada de pesca.

Por otra parte, en esta especie es común encontrar en las campañas de muestreo biológico hembras maduras y desovadas prácticamente a todo lo largo del año, por lo que se asume que la reproducción ocurre de manera continua y por ende se

reconoce que el reclutamiento es continuo. En la figura 19 se observa la serie de tiempo del reclutamiento estimado a lo largo del periodo de estudio y se aprecia que las temporadas de mayor captura coinciden con los periodos de mayor magnitud de reclutamiento durante la temporada de veda previa (Tabla 9).

Temporada	Periodo de reclutamiento	Reclutamientos máximos	Número de reclutas	Captura (N)
91-92	-	-	-	840,216
92-93	Mar - Dic	Sep - Oct	25,921,966	13,763,145
93-94	Ene - Nov	Ago	8,823,998	4,936,804
94-95	Feb - Dic	Abr y Sep	9,358,989	3,189,222
95-96	Feb - Nov	Abr-May y Sep	13,284,537	6,047,499
96-97	Ene - Oct	Sep	18,699,959	9,510,132

Tabla 9. Observaciones del reclutamiento del camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., durante varias temporadas de pesca.

Analizando el reclutamiento por temporada de pesca, se parte de las temporadas de mayores a menores capturas. Durante la temporada de pesca 1992-1993 el reclutamiento ocurre entre marzo a diciembre del 2002, con máximo en septiembre y octubre del 2002 y la forma de la distribución de los reclutas es similar a una campana gaussiana. En la temporada 1996-1997 el reclutamiento ocurre aproximadamente entre enero y octubre de 1996, con una forma más irregular que en la 92-93; el pico de mayor abundancia se presentó en septiembre y con una caída abrupta para diciembre. En la temporada 1995-1996 el reclutamiento se observa de febrero y aparentemente hasta noviembre de 1995, dado que no hay una distinción clara entre el fin de este periodo y el inicio del siguiente en 1996; el pico mayor de reclutamiento se presenta en abril-mayo y uno menor en septiembre. En la temporada 1993-1994 el reclutamiento se presenta de enero a noviembre, con máximo en agosto de 1993; el final del reclutamiento de esta temporada se confunde con el inicio de la siguiente en 1994. En la temporada 1994-1995 el reclutamiento se presenta de febrero a diciembre, sin una distinción clara del fin de éste y el siguiente en 1995, la distribución del reclutamiento, además de baja magnitud, es prácticamente uniforme, con apenas dos pequeños picos, en abril y septiembre. Para la temporada 1991-1992 no fue posible estimar adecuadamente el reclutamiento dada la restricción en la serie de tiempo de las capturas.

En resumen, el proceso anual de reclutamiento se reconoce más importante o de mayor magnitud cuando se encuentra involucrado un pico de máxima abundancia alrededor de septiembre-octubre, o sea que la intensidad del reclutamiento sea lo suficientemente elevada de manera que la acumulación de reclutas llegue a un máximo en septiembre-octubre, dado que regularmente se observa que el reclutamiento inicia alrededor de febrero y concluye alrededor de noviembre.

Por otra parte, relacionando el reclutamiento con las capturas (Fig. 19), se observa que la participación de los reclutas en las capturas en casi todas las temporadas es importante, cubriendo la captura en algunos meses casi el total de los reclutas, sobre todo al final de cada temporada.

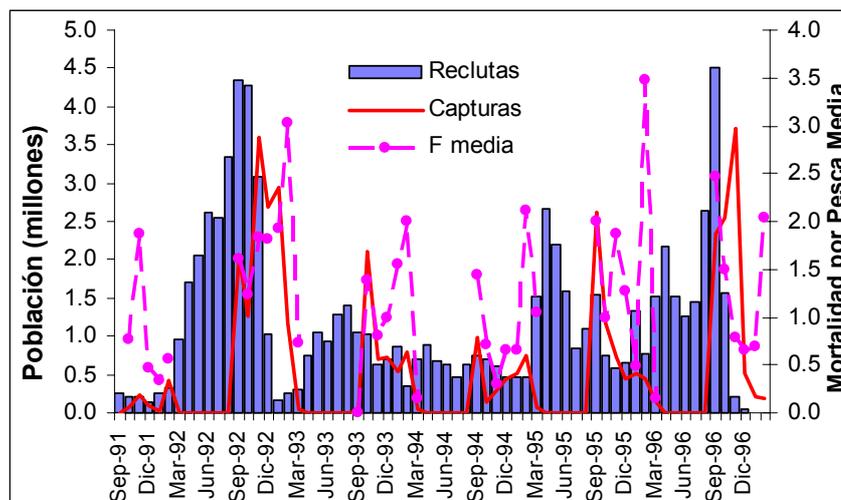


Fig. 19. Magnitud y variaciones mensuales del reclutamiento, captura y mortalidad por pesca media en camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

8.10.3. Mortalidad por Pesca

La otra herramienta medular que aporta el APV, es la evaluación del efecto de la pesca sobre la población o mortalidad por pesca.

El valor medio de la mortalidad por pesca terminal (F_{ter}) obtenido al final de la pesquería, para las edades de 11 y 12 meses, fue de $F_{ter}=3.5$; posteriormente, al inicio de la pesca se reestimó este valor en 3.7 para los mismos grupos de edad.

En la figura 20 y Tabla 10 se muestran los estimados de mortalidad por pesca promedio por grupo de edad para cada temporada de pesca. En general se registran en las diferentes temporadas de pesca valores desde 0 hasta 7.15. Evidentemente, las temporadas con estimados elevados de mortalidad por pesca corresponden a aquellas en donde se registran las mayores capturas. Respecto a la mortalidad por pesca por edad, los grupos de 11 y 12 meses son quienes manifiestan mayor intensidad de pesca en cada temporada de pesca, en tanto que los grupos de edad entre 3 y 6 meses observan valores de mortalidad por pesca bajos.

Analizando la mortalidad por pesca a lo largo de las temporadas de captura y partiendo de las temporadas de mayor a menor captura se observa lo siguiente. En la temporada 1992-1993 el intervalo de mortalidad por pesca se presenta entre 0.07 para la edad de 3 meses a 7.15 en la edad de 12 meses; éste último valor de mortalidad es el mayor observado en el periodo de estudio. El valor medio de mortalidad por grupo de edad fue de 1.83. La tendencia de la mortalidad por pesca en esta temporada es que ésta aumente con la edad.

En la temporada 1996-1997 el valor positivo (diferente de cero) de mortalidad por pesca más bajo fue de 0.63 en la edad 4, el cual es el más elevado para esta edad en todas las temporadas de estudio; el valor más alto de mortalidad fue de 2.6 en la

edad 11. El valor medio para la temporada fue de 1.24. En esta temporada no se registró un incremento con la edad, tan marcado como en la temporada 1992-1993.

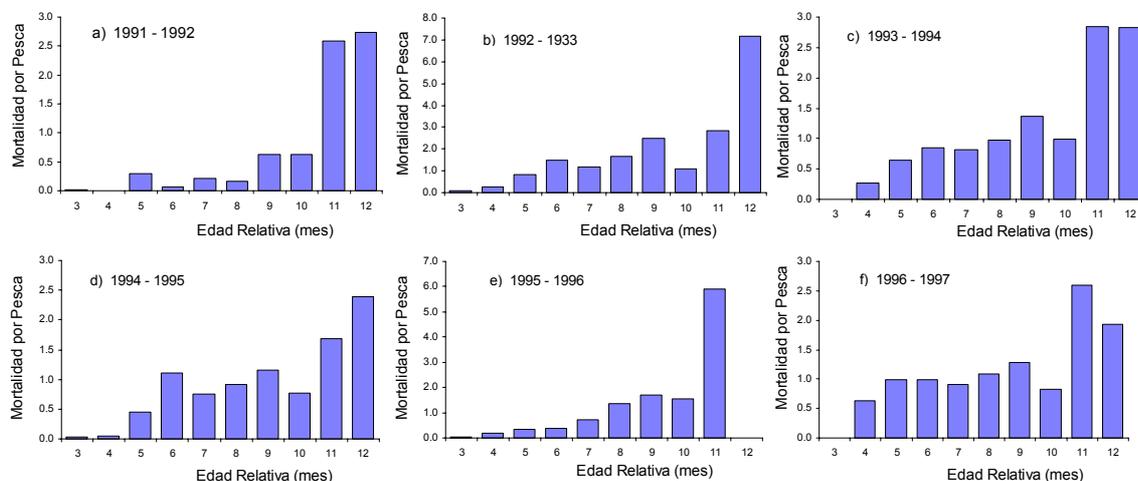


Fig. 20. Mortalidad por pesca promedio por grupo de edad y temporada de pesca en camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

En la temporada 1995-1996 el valor de mortalidad más bajo se ubicó en 0.04 en la edad 3 y el más elevado, de 5.89 en la edad de 11 meses. Esta temporada, a pesar de no ser relevante en cuanto a la magnitud de las capturas, si lo es en la mortalidad por pesca promedio por edad la cual es de 1.42. Por otra parte, es notable la tendencia de ascenso en las magnitudes de mortalidad conforme se avanza en los grupos de edad, llegando a su máximo en la edad 11.

F media/Edad	Temporada de Pesca						Media total
	91 / 92	92 / 93	93 / 94	94 / 95	95 / 96	96 / 97	
3	0.02	0.07	0.01	0.03	0.04	0.00	0.03
4	0.01	0.28	0.27	0.05	0.17	0.63	0.23
5	0.30	0.84	0.64	0.45	0.36	0.99	0.61
6	0.06	1.50	0.84	1.11	0.37	0.99	0.88
7	0.22	1.18	0.82	0.75	0.73	0.91	0.79
8	0.16	1.66	0.98	0.91	1.36	1.09	1.08
9	0.62	2.51	1.36	1.16	1.72	1.28	1.50
10	0.62	1.09	0.99	0.76	1.55	0.83	1.00
11	2.59	2.83	2.85	1.69	5.89	2.60	3.12
12	2.73	7.15	2.83	2.39		1.93	3.60
Media total	0.74	1.83	1.05	0.97	1.42	1.24	1.24

Tabla 10. Mortalidad por pesca media estimada por edad (mensual) y temporada de pesca para camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

En la temporada 1993-1994 el intervalo de mortalidad estimado fue de 0.01 - 2.85, ocurriendo la mínima en la edad de 3 meses y la máxima en 11 meses. El valor medio estimado en la temporada fue de 1.05. La forma de la tendencia general de la mortalidad media por edad es similar a la temporada 1996 1997, en las cuales la mayor mortalidad se observa en las edades de 11 y 12 meses y el resto se

distribuye de manera más o menos uniforme, sin grandes sobresaltos de la mortalidad.

En la temporada 1994-1995 el intervalo de mortalidad fue de 0.03 - 2.39, con una media de 0.97. La forma de la distribución de la mortalidad respecto a la edad observa también la tendencia de incremento conforme se avanza en la segunda, aunque con mayor variación que otras temporadas.

Finalmente, la temporada 1991-1992 muestra un intervalo de mortalidad de 0.02 - 2.73, con una media de 0.74, la más baja del periodo de estudio; y con excepción de los elevados valores en las edades de 11 y 12 meses, el resto de los estimados de mortalidad se ubican por debajo del promedio.

Relacionando las tendencias mensuales de la mortalidad por pesca promedio con la captura total (Figs. 19 y 21), se observa que ambas curvas se conducen de manera concurrente, aunque a finales de cada temporada la mortalidad por pesca se conserva elevada aún cuando las capturas han disminuido notablemente. Confrontando la mortalidad por pesca con los reclutas (Fig. 19), se reconoce que la mortalidad por pesca inicia en la fase descendente, pero aún elevada, de la curva de reclutamiento, lo que puede explicar la dominancia de las edades menores en la captura. Después la mortalidad por pesca se incrementa justo cuando concluye el periodo de reclutamiento o cuando inicia el siguiente periodo. Así, en cada temporada las curvas de mortalidad se observan desfasadas respecto a las del reclutamiento.

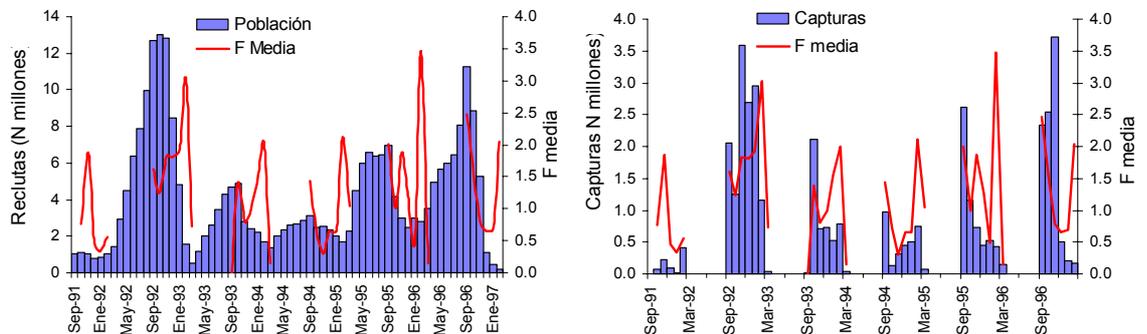


Fig. 21. Mortalidad por pesca media frente al tamaño poblacional y capturas de camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

La figura 21 muestra las curvas mensuales de mortalidad por pesca promedio respecto al tamaño poblacional y las capturas de camarón café, y se desprende que la disminución de la abundancia poblacional está directamente ligada a la tendencia de la mortalidad por pesca aplicada en cada temporada de pesca. Además, en la etapa final de cada temporada la intensidad de pesca es mayor que al inicio de las mismas. Asociando lo anterior con lo obtenido en la figura 20, se desprende que en los periodos en que la intensidad de pesca es mayor, al final de la temporada, y corresponde a los grupos de edad avanzados.

En resumen, la mortalidad por pesca promedio por temporada de pesca osciló entre 0.74 (Temp. 91-92) y 1.83 (Temp. 92-93). La media para los diferentes grupos de

edad a lo largo de las temporadas de pesca osciló entre 0.03 (edad de 3 meses) y 3.6 (edad de 12 meses). La media global para la mortalidad por pesca fue de 1.24.

8.10.4. Tasas de Cosecha

Para situar la proporción entre la captura respecto a la abundancia mensual, la figura 22 muestra los estimados promedio de las tasas de cosecha, por grupo de edad (a) y por mes (b). Por cuanto a las primeras, en general se observa una relación proporcional de incremento con la edad, siendo las edades menores las de menor tasa de cosecha (Fig. 22a). Las tasas de cosecha promedio por edad observaron cierto comportamiento periódico, con al menos dos picos que en general ocurren, el primero entre 5 y 6 meses de edad y, el segundo entre 8 y 9 meses. A la edad de 11 - 12 meses se alcanza en todas las temporadas la máxima tasa de cosecha. Respecto a la temporalidad de las tasas de cosecha (promedios mensuales) en cada temporada de captura, la mayor cantidad de puntos estimados se ubicaron en un rango de entre 20% y 70 %, con una media global de 46 %. Los valores que consistentemente se encontraron más bajos se ubicaron en la temporada 1991-1992 y los más elevados en la 1996-1997 (Fig. 22b).

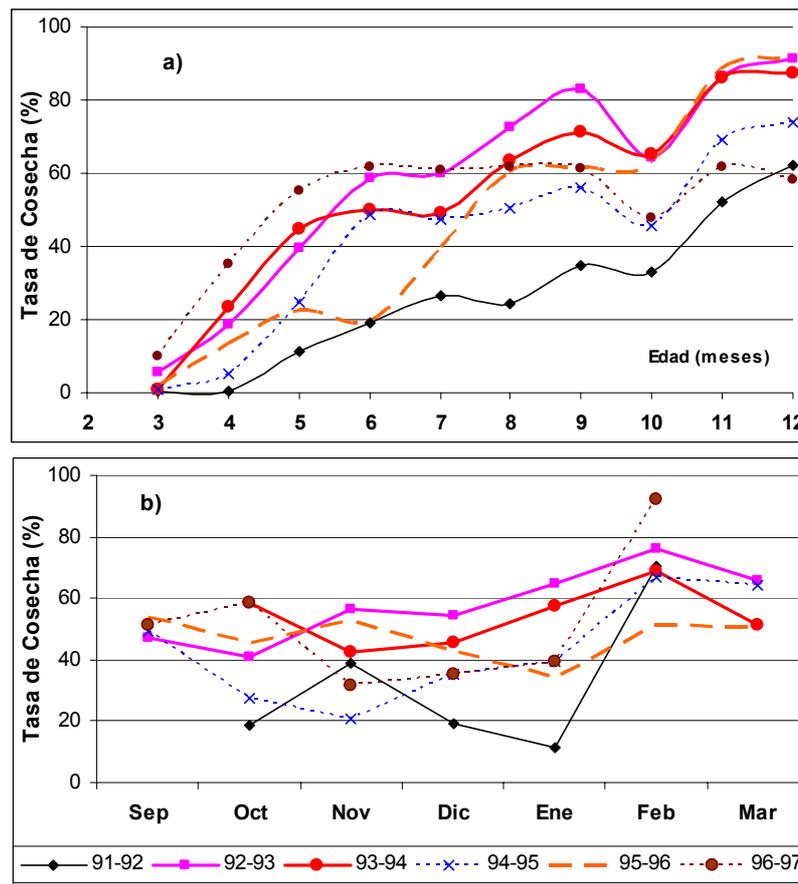


Fig. 22. Tasa media de cosecha ($C_{a,t}/N_{a,t}$) por temporada de captura en la pesquería de camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) Por edad, b) por mes.

9. DISCUSIÓN

El presente trabajo procesa parte del material generado en el proyecto de investigación de camarón del Instituto Nacional de la Pesca, en su Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz, B.C.S., el cual atiende, entre otras actividades, el monitoreo de las poblaciones de camarón sujetas a explotación en el área de estudio. La explotación comercial en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. aprovecha de manera simultánea, además del camarón café, al camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) por lo que la evaluación de una sola especie no puede considerarse suficiente para establecer juicios y recomendaciones con relación a la administración y manejo de la pesquería en su conjunto, aunque es necesaria para la construcción de puntos de referencia, que aunados a los del camarón azul formarán parte del proceso de evaluación necesaria para el establecimiento de recomendaciones para su manejo.

Por otra parte, es necesario mencionar que el hecho de que la captura procesada sea muy baja (alrededor de 22 %) con relación al total de la captura obtenida, refleja un alto desorden desde el punto de vista comercial al no agregarse mayor valor agregado a la captura. Pero el asunto importante es que desde el punto de vista de la administración del recurso, agrega en buena medida incertidumbre al proceso de investigación y por ende a las eventuales recomendaciones de medidas y estrategias para su manejo. Las capturas observadas en cada temporada de captura de camarón café en el área de estudio, denotan una amplia variabilidad interanual y una amplia diferencia en los niveles anuales de producción de la población de camarón café o de la operación de la pesquería en el área de estudio.

Con relación a los estimados de los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, es de hacer notar que en general éstos se encuentran dentro del rango reportado en la literatura para esta especie en el Pacífico mexicano y en mayor medida para el género *Farfantepenaeus* (Tabla 6). Los parámetros del modelo de crecimiento habrán de permitir efectuar proyecciones en el tiempo, hacia adelante, para estimar las tallas y pesos de la eventual captura al momento de iniciar el periodo de pesca después de concluida la veda; así como hacia atrás en el tiempo, para establecer la temporalidad de procesos poblacionales relevantes como el reclutamiento y la reproducción, necesarios para establecer medidas de conservación de las poblaciones y de maximización del rendimiento pesquero.

Respecto al estimado de la mortalidad natural, la decisión de adoptar el valor obtenido mediante el modelo de Rikhter y Efanov (1976), el cual es el de mayor magnitud, se hizo bajo los siguientes supuestos y hechos. Que la mortalidad natural en la fracción más joven de la población debe ser mayor (Caddy, 1996; García y Le Reste, 1986). Como se observó en los resultados, la composición de la captura en nuestro caso considera una fracción importante de población joven, además debe considerarse que la estimación de la talla más pequeña de primera madurez de esta especie para esta región es de alrededor de 155 mm, longitud que se ubica alrededor de 6.3 meses de edad. Otro argumento para no utilizar el estimado de M obtenido mediante el modelo de Pauly (1980), es que el modelo asume una proporcionalidad directa entre el valor de M y la temperatura promedio del agua, y ésta última denota una amplia variabilidad estacional e interanual, por lo que sujetar el estimado de M a un valor constante de temperatura debe resultar más impreciso,

particularmente cuando el ejercicio de estimación del tamaño de la población es de varias temporadas de captura.

Por otro lado, una crítica fundamental al análisis de población virtual (APV) se dirige al supuesto de la mortalidad por pesca terminal (F_{ter}) particularmente a niveles de mortalidad natural elevada, para los años más recientes del análisis y para los grupos de edad más viejos (Pope, 1972; Lassen y Medley, 2000). El estimado de F_{ter} en el presente trabajo se derivó del valor medio de la mortalidad por pesca observada al final de la pesca en las edades de 11 y 12 meses, para posteriormente reestimarse de la misma forma cuando se reconstruye la población previa a la pesca. Sin embargo, estos mismos autores reconocen en el proceso de cálculo del APV una conducta de convergencia en los estimados de N y F para las edades más jóvenes (entre ellas los reclutas). Por lo que la utilidad más importante del VPA en la pesquería de camarón aquí tratada son los estimados de reclutamiento y de la mortalidad por pesca para los grupos de edad más jóvenes, hasta 10 meses, los que para esta pesquería en particular constituyen entre el 87 y 93 % del total de la captura por temporada de pesca.

Con relación a los estimados de la abundancia total de camarón café a lo largo del periodo de estudio (Fig. 17), una característica distintiva es que ésta no es igual en ninguna de las temporadas, mostrando cada ciclo anual periodos de ascenso y descenso alrededor del pico de mayor abundancia, sin ser evidente la existencia de más de un pico máximo al año. En este sentido, de acuerdo con Caddy y Gulland (1983) y Hilborn y Walters (1992), la irregularidad en la abundancia a lo largo del tiempo es más bien la regla que la excepción, por lo que se retoma la idea de que la mayoría de los stocks no son capaces de producir rendimientos sostenibles estables (Hilborn y Walters, 1992).

Confrontando la abundancia con las capturas, ésta últimas observan anualmente un pico de máxima captura y en la mayoría de las temporadas de pesca hay otros picos de menor captura. De manera paralela, la magnitud de las capturas no siempre coincide con la magnitud de la biomasa estimada, representando las capturas sólo una fracción de la población presente. Respecto a lo anterior, se puede señalar que ello puede ser principalmente debido a las restricciones impuestas por la selectividad del arte de pesca, así como a que los pescadores también buscan aquellas fracciones del stock más atractivas, principalmente por sus expectativas en el valor de la captura, definida por su magnitud y por la calidad de las tallas. Igual debe considerarse el diferencial introducido por la distribución espacial del esfuerzo respecto a la distribución espacial de la abundancia.

Por otra parte, en la estructura de edades de la población es común observar un paulatino descenso de la abundancia conforme se incrementa la edad. Igualmente, independientemente de la magnitud de la abundancia total en la temporada, se distingue en la población anual la prevalencia en abundancia de los grupos de edad jóvenes, hasta 6 meses; mientras que los grupos de edad mayores, hasta 12 meses, es reducida su participación. Esta configuración de grupos de edad corresponde con las tendencias de la mortalidad total existentes en cualquier población, pero de manera particular en una población explotada. De hecho, al confrontar el comportamiento de la captura y la abundancia a lo largo de varias temporadas de pesca, un aspecto clave por dilucidar es la velocidad a la cual

declina la población, razón por la cual es importante el establecimiento de la magnitud y comportamiento de la mortalidad por pesca.

Otro aspecto importante que resulta del presente estudio es la definición de la temporalidad y magnitud del reclutamiento, cuya utilidad para la administración de la pesquería y para la protección de las poblaciones es evidente. Al establecerse que el reclutamiento es continuo, pero con picos de máxima abundancia alrededor de septiembre-octubre, es factible acreditar que el inicio de la temporada de pesca para esta especie puede ser retrasada respecto a las tradicionales fechas a principios de septiembre. Lo anterior no ha sido posible instituir del todo, por razones de tipo social y económicas. A pesar de que ha sido reiterado en las recomendaciones del Instituto Nacional de la Pesca de que la pesca en Bahía Magdalena-Almejas inicie después de las fechas de inicio para los sistemas lagunares, principalmente de Sinaloa y Sonora, el sector productor de Baja California Sur ha preferido sacrificar un mayor valor de la captura al iniciar después de las fechas establecidas para el resto de los sistemas lagunares del Pacífico mexicano, para evitar el ingreso de pescadores foráneos (de Sinaloa y Sonora) luego que agotaron el pulso de máxima abundancia en sus lugares de origen al inicio de la pesca alrededor de septiembre. Otro argumento sostenido por el sector productor para preferir el inicio de la pesca de manera simultánea o cercana a las del resto del Pacífico mexicano, es que si inician después, encuentran un mercado saturado por el producto obtenido en el resto del Pacífico mexicano y, por ende con menor valor comercial. En cualquier caso, se desprende la necesidad de efectuar estudios de tipo bioeconómico para evaluar esta situación.

De manera similar, al confrontar el reclutamiento con las capturas y deducir que la participación de los reclutas en las capturas es importante, implica una disminución importante de la talla y peso medios, y por ende del valor de la captura. No obstante, esto tiene significancia biológica traducida como sobrepesca de crecimiento, al no permitir que los camarones alcancen su máxima talla potencial u óptima.

La obtención de elevadas tasas de mortalidad por pesca para los grupos de edad avanzada, significa principalmente que la probabilidad de muerte es mayor en los individuos grandes que en los pequeños. De manera similar, la proporción de muertes al final de la temporada de pesca es mayor que al inicio de la misma. Sin embargo, lo importante por resaltar es que en promedio las tasas de cosecha promedio por temporada de pesca oscilan entre 26% y 58 %, con una media global de 46 % (Fig. 22), valores que no indican que esta especie se encuentre sobreexplotada.

Además de la mortalidad por pesca, una manera simple de dimensionar la relación entre la captura respecto a la abundancia y por ende, del grado de explotación al que se encuentra sometida la población, es mediante la evaluación de la tasa de cosecha, la cual proporciona un indicador simple y útil para la administración pesquera al ubicarse esta proporcionalidad entre 0 y 100; correspondiendo los valores próximos a cero como un indicador de poca explotación y los valores cercanos a 100 señalan una explotación elevada y por tanto sobreexplotados. En el presente trabajo, las tasas promedio de cosecha calculados arrojan un promedio global para el periodo de estudio de 46%, valor que ubica a la pesquería en una posición óptima de explotación. Al parecer esto ha sido posible debido a la

capacidad de adaptación de los pescadores para adecuar la magnitud y temporalidad del esfuerzo; incrementando, reduciendo, posponiendo y retirando embarcaciones para alcanzar valores de rentabilidad positivos. En promedio, una embarcación utiliza en una jornada diaria de pesca alrededor de 120 litros de gasolina.

Por otra parte, al evaluar las tasas de cosecha promedio por edades, se vuelve a hacer patente que los camarones de edad más viejos son más explotados que los camarones jóvenes, alcanzando valores promedio entre 60 y 90 %. Es interesante notar que no se alcanza el 100 %, lo cual permite la sobrevivencia de una fracción de la población para la reproducción. Y al revisar los estimados promedio de las tasas de cosecha por mes en cada temporada de pesca, se desprende que la explotación es elevada al final de cada temporada de pesca, particularmente durante febrero, cuando el tamaño de la población se ha reducido notablemente. Por lo que la aplicación del inicio de la temporada de veda, en general a principios de marzo, es congruente con la disminución de la población y de la rentabilidad de la actividad.

El material corresponde sólo a 6 temporadas de pesca, 1991-92 a 1996-97, las cuales conforman un periodo importante previo al evento de "El Niño" de 1997-1998, con lo cual se puede establecer, independientemente de la variabilidad interanual, el estado de la población en condiciones no extremas de temperatura del agua de mar, a fin de comparar las magnitudes y tendencias del reclutamiento y mortalidad por pesca en diferentes condiciones ambientales y de esfuerzo pesquero para poder asignar el peso correspondiente a los procesos poblacionales y ambientales. Con el presente estudio resulta evidente la posibilidad de, además de continuar con la reconstrucción de las poblaciones para temporadas de pesca posteriores a las consideradas en éste trabajo, establecer las relaciones con variables explicativas de los procesos de reclutamiento y mortalidad por pesca, entre las que sobresalen el esfuerzo pesquero, la temperatura y salinidad del agua de mar, así como las fluctuaciones en la estructura y dinámica de las comunidades en que se encuentra inmerso el recurso.

Por último, resta comentar que el presente trabajo considera una de las variantes existentes del análisis de población virtual (APV), la cual es el enfoque clásico de Pope (1972). No obstante, se encuentran disponibles en la literatura otras variantes de (APV) que contemplan la estacionalidad de las capturas, la distribución de tallas en las capturas, y la participación de los índices de abundancia (prospecciones biológicas e índices comerciales sobre captura por unidad de esfuerzo) en el proceso de evaluación y ajuste de la abundancia estimada con la observada (Sims, 1982; Jones, 1984; MacCall, 1986; Allen y Hearn, 1989; Evans, 1989; Mertz y Myers, 1996). Son particularmente importantes los trabajos de Pope (1972) y Pope y Shepherd (1985) dado que analizan diferentes algoritmos para resolver el APV. Por lo que un paso siguiente en el proceso de evaluación es la utilización de otras variantes del APV y en general de los modelos de evaluación de stock estructurados por tallas y/o edades que permitan incorporar información adicional a la aquí utilizada y confrontar las salidas de cada uno. Todavía más, para contar con una robusta base teórica para la administración del recurso, es recomendable efectuar la evaluación de stock mediante otros modelos cuya base teórica y uso de información complementen el presente ejercicio. Se encuentran los modelos de biomasa dinámica (Hilborn y Walters, 1992), que estiman los niveles pasados y actuales de

biomasa del stock mediante la captura y el esfuerzo, modelos de rendimiento por recluta que estiman el rendimiento que produce un recluta dado un particular patrón de explotación (vector F) a diferentes intensidades de esfuerzo, los modelos parentela - progenie, que permiten comprender los factores que conducen el proceso de reclutamiento, entre otros.

10. CONCLUSIONES

Para la pesquería de camarón café del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., durante el período comprendido entre las temporadas de pesca 1991-1992 y 1996-1997, a partir del análisis de población virtual (APV), se desprenden las siguientes conclusiones:

1. La población de camarón observó una alta variabilidad interanual, siendo diferente la magnitud de la población en cada año. Anualmente, el tamaño de la población muestra períodos de descenso y ascenso alrededor de un pico de máxima abundancia, sin que se evidencie la existencia de más de un pico anua.
2. Sobresalieron por su tamaño poblacional, la temporada 1992-93 como la de mayor abundancia, seguida de la 1996-97 y las temporadas 1991-92 y 1994-95 como las de menor abundancia. Y aunque la tendencia de las capturas en cada temporada de pesca es similar a la de la abundancia poblacional, la magnitud de las capturas representa sólo una fracción de la población total. Las capturas de camarón mostraron una amplia variabilidad interanual ocurriendo temporadas de bajos (11 ton) y altos (270 ton) rendimientos, que denotan una amplia diferencia en los niveles anuales de producción de la población y de la operación de la pesquería.
3. En general, la estructura de la población en las diferentes temporadas manifiesta un mayor tamaño en las primeras edades disminuyendo exponencialmente conforme se avanza hacia las edades más viejas. La contribución de los primeros 3 grupos de edad (3-5) manifiestan una elevada participación en el tamaño total de la población y de las capturas, como consecuencia del proceso de reclutamiento.
4. Al relacionar la captura con la abundancia, las tasas de cosecha promedio por temporada de pesca oscilaron entre 26% y 58 %, con una media global de 46 %, valor que ubica a la pesquería en una posición óptima de explotación. En este sentido, la explotación es elevada al final de cada temporada de pesca, particularmente durante febrero, cuando el tamaño de la población se ha reducido notablemente.
5. Con relación al proceso de reclutamiento, las estimaciones denotaron una amplia variabilidad en las temporadas de pesca estudiadas. El reclutamiento se observó en prácticamente todo el año, los picos de mayor abundancia se presentaron principalmente alrededor de septiembre-octubre, abril-mayo y eventualmente en agosto. Sin embargo, los años de más alto reclutamiento y mayores capturas coinciden cuando éste se presenta en septiembre y octubre, periodos en los que además es precedido por una mayor amplitud del proceso. Las temporadas de mayor captura coinciden con los periodos de mayor magnitud de reclutamiento durante la temporada de veda previa.
6. Respecto a la mortalidad por pesca, en general se registraron valores desde $F=0$ hasta $F=7.15$ en las diferentes temporadas de pesca. Los grupos de edad de 11 y 12 meses fueron quienes manifestaron la mayor intensidad de

pesca en cada temporada de pesca, en tanto que los grupos de edad entre 3 y 6 meses observaron valores de mortalidad por pesca bajos. La mortalidad por pesca promedio por temporada de pesca osciló entre $F=0.74$ (91-92) y $F=1.83$ (92-93). La media para los diferentes grupos de edad a lo largo de las temporadas de pesca osciló entre $F=0.03$ (3 meses) y $F=3.6$ (12 meses). La media global para la mortalidad por pesca fue de $F=1.24$.

11. LITERATURA CITADA

- Acosta, R. M. J. y J. R. Lara, 1978. Resultados físico-químicos en un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas* 5 (1): 37-46.
- Álvarez, B.S., L. A. Galindo B. y A. Chee Barragán, 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas* 12 (2): 94 -110.
- Allen, K.R. y W.S. Hearn, 1989. Some procedures for use in cohort analysis and other population simulation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 483 - 488.
- Anónimo, 1988. Manual Para Proceso de Camarón. Ocean Garden Products, Inc. San Diego, CA. U.S.A. 62 p.
- Barreiro, M.T., 1970. Sinopsis preliminar sobre la biología del camarón blanco, *Penaeus vannamei* Boon, 1973. *FAO Publications, Centro Regional Latinoamericano de Capacitación en Métodos de Investigación de la Biología Pesquera del Camarón y Evaluación de los Recursos de Camarón*. Mazatlán, Sin., México. Septiembre 1970.
- Bhattacharya, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23:115-35.
- Caddy, J.F. y J.A. Gulland 1983. Historical patterns of fish stocks. *Mar. Policy* 7: 267-278.
- Caddy, J.F. y R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. Rome, FAO.* 83 p.
- Cendejas, J.M., 1987. Relaciones biométricas y abundancia relativa de *Penaeus stylirostris* (camarón azul) en Bahía Magdalena, B.C. Sur, México, en 1985-86. *Inv. Mar. CICIMAR*, 3 (2): 1-10.
- Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) - Centro Regional de Investigación Pesquera La Paz, Instituto Nacional de la Pesca (CRIP-La Paz, INP) - Centro Interdisciplinario de Investigaciones Marinas (CICIMAR), 1989. Informe Final: Estudio Biológico Pesquero del Camarón de la Costa Occidental de Baja California Sur. Proyecto CONACyT PO20CCOR892996.
- Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) - Centro Regional de Investigación Pesquera La Paz, Instituto Nacional de la Pesca (CRIP-La Paz, INP) - Centro Interdisciplinario de Investigaciones Marinas (CICIMAR), 1991. Estudio Biológico Pesquero del Camarón de la Costa Occidental de Baja California Sur (Zona Protegida). Complejo Lagunar de Bahía Magdalena - Almejas. Proyecto CONACyT PO20CCOR892996.
- Clark, C. W. 1985. Bioeconomic Modeling and Fisheries Management. John Wiley & Sons, New York.

- Contreras, F., 1985. Las Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Ecodesarrollo de la Secretaría de Pesca. México, D.F. 263 pp.
- Caddy, J., 1996. Modelling natural mortality with age in short-lived invertebrate populations: definition of strategy of gnomonic time division. *Aquat. Living Resour.*, 9:197-207.
- M. Cruz R. e I. Reyna C., 1976. Análisis de algunos parámetros poblacionales del camarón de alta mar de Salina Cruz, Oax. Mem. Simp. Sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Son. Del 8 al 13 de Agosto de 1976. Vol. I: 387-407.
- Chávez, E. A., 1973. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón blanco (*Penaeus vannamei* Boone) de la Región Sur del Golfo de California. *Ciencia*, XXVIII (2): 79-85.
- _____ y M. C. Rodríguez de la Cruz. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis* Holmes) del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* Vol. 32: 111-127.
- Daniel, W.W., 1984. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa. 485 pp.
- Evans, G.T., 1989. Rational approximation to solutions of the VPA equations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1274 - 1276.
- Félix, P. E. F., 1993. Estudio biológico de la Almeja Catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR, IPN. La Paz, B.C.S. México. 89 pp.
- Flores, C.A., 1980. Prospección de los camarones comerciales (género *Penaeus*) en el sistema lagunario Bahía Magdalena Almejas, B.C.S. *Mem. Seg. Simp. Latinoam. de Acuicultura. Dpto. Pesca. México. Tomo II*: 1304-1360.
- Galicia, X.R., 1976. Crecimiento del camarón azul, *Penaeus stylirostris*, y camarón café, *Penaeus californiensis*, en la zona de Puerto Peñasco, Sonora. *Memorias Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*, Guaymas, Sonora. México 2: 189-211.
- Gallo, R.J.J., 1992. Contribución al conocimiento de la pesquería de camarón de la región del complejo lagunar de Bahía Magdalena, B.C.S. Tesis Profesional. Univer. Autón. Nayarit. E.S.I.P., San Blas, Nayarit, México. 95 p.
- Gallucci, V.F., S. B. Saila, D. J. Gustafson y B. J. Rothschild, 1996. Stock Assessment. Quantitative Methods and Applications for Small-Scale Fisheries. CRC Press. 527 pp.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. 2da. ed. *Inst. Geogr. Univ. Nal. Autón. México*. México, D.F., 246 pp.

- García-Borbón, J.A., J. Gallo R., A. Flores S. y C. Gómez R., 1992. Resultados de la investigación biotecnológica de camarón de la región del complejo lagunar de Bahía Magdalena, B.C.S. (Temporada 1991-1992). Inf. Investigación. Inst., Nal. Pesca. CRIP La Paz. La Paz, B.C.S., México. 16 pp.
- _____, y P. Loreto C., 1994 a. El recurso camarón del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, BCS. Ciclo 1992. Inf. Investigación. Inst., Nal. Pesca. CRIP La Paz. La Paz, B.C.S., México. 15 pp.
- _____, y P. Loreto C., 1994 b. El recurso camarón del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, BCS. Ciclo 1993. Inf. Investigación. Inst., Nal. Pesca. CRIP La Paz. La Paz, B.C.S., México. 18 pp.
- _____, E. F. Balart, J. Gallo R. y P. Loreto C., 1996. La pesquería de camarón. p. 187-206. En: Casas Valdez y G. Ponce (Eds.), Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I. La Paz, B.C.S., México.
- _____, y P. Loreto C., 1996. Presentación de un modelo para la pesquería de camarón aplicado en Baja California Sur. *II Congreso sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. Programa y Resúmenes. 20 Aniversario CICIMAR*, La Paz, B.C.S., México. 25-27 septiembre de 1996.
- _____, P. Loreto-Campos y P. Sáenz M., 1998. Temporada de captura de camarón de alta mar 1997-1998 en la costa occidental de Baja California Sur, México. *Boletín Pesquero, CRIP La Paz, Inst. Nal. Pesca*, 8: 5-17.
- 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): 180 p.
- García-Gómez, M., 1976. Fecundidad del camarón café, *Penaeus californiensis*, y del camarón azul, *Penaeus stylirostris*, de Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. *Memorias Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*, Guaymas, Sonora. México 1: 255-278.
- García-Gómez, M. 1976b. Breve análisis de cuatro temporadas de pesca camaronera en Puerto Peñasco, Son. *Mem. Simp. Sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son. Del 8 al 13 de Agosto de 1976. Vol. II: 255-277.
- García, S., 1988. Tropical penaeids prawns. En: Gulland, J.A. (Ed.), 219-249 pp. *Fish Population Dynamics*. John Wiley & Sons, Ltd., Great Britain.
- Gayanilo, Jr. F.C., P. Sparre y D. Pauly, 1993. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries) 99*, Rome, 186 pp.

- Gulland, J. A., 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Arctic Fisheries Working Group Report. *ICES C.M. Doc. No. 3. (mimeo)*.
- _____, 1983. Fish Stock Assessment, a Manual of Basic Methods. Chichester, U.K. Wiley Interscience, FAO / Wiley Series on Food and Agriculture., Vol. 1: 223 pp.
- _____ y Rosenberg A. A. 1992. Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. FAO Documento Técnico de Pesca No. 323. Roma, FAO. 1992. 112 p.
- Haddon, M., 2001. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman & Hall/CRC.USA, 406 pp.
- Hannesson, R., 1987. Optimal catch capacity and fishing effort in deterministic and stochastic fishery models. *Fishery Research (Amsterdam)* 5: 1-21.
- Hendrickx, M., 1986. Resultados de las campañas SIPCO (Sur de Sinaloa, México), a bordo del B/O "El Puma". Distribución y abundancia de los camarones *Penaeoidea* (Crustacea: Decapoda). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 13 (1): 345-368.
- _____, 1995. Camarones. 417-537 pp. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e invertebrados. 646 p. W. Fisher, F. Krupp, W. Shneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (Eds.). F.A.O. Roma, Italia.
- _____, 1996. Los camarones penaeoidea bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México. 147 P.
- Hilborn, R. And C. J. Walters, 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, Inc., London, New York: 570 pp.
- Jaquemin, P.P., 1976. Estimación de algunos parámetros poblacionales de tres especies de camarón del Pacífico mexicano. *Memoria Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México., 2: 169-189.
- Jones, R., 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.*, (256): 118 pp.
- Kimura, D. K., 1977. Logistic model for estimating selection ogives from catches of cod ends whose ogives overlap. *J. Cons. CIEM*, 38(1): 116-119.
- Laurec, A. y J. G. Shepherd, 1983. On the analysis of catch and effort data. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 41: 81-84.

- Lassen, H y P. Medley, 2000. Virtual Population Analysis. A practical manual for stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 400. Rome, FAO. 129 p.
- Lluch, B.D., 1974. La pesquería de camarón de alta mar en el noroeste. Un análisis biológico-pesquero. *Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca, México. Serie Informativa*. INP/SC/9. 76 pp.
- _____, 1975. Selectividad de las redes de arrastre camaroneras en el Pacífico mexicano. *Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca, México. Serie Informativa*. INP/SC/6: 24 pp.
- _____, 1977. Diagnóstico, modelo y régimen óptimo de la pesquería de camarón de alta mar en el noroeste de México. Tesis Doctoral I.P.N., México. 430 pp.
- Loeb, V.J., P.E. Smith y H.G. Mosert. 1983. Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California Current Areas. *CalCOFI Rep.* 24: 109-131.
- MacCall, A.D., 1986. Virtual population analysis (VPA) equations for nonhomogeneous populations, and a family of approximations including improvements on Pope's cohort analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 2406 - 2409.
- Magallón, B. F. J., 1976. Observaciones biológicas sobre tres especies comerciales de camarón en las costas de Sinaloa, México. *Memoria Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México, 2: 3-12.
- _____, y P.P. Jaquemin, 1976. Observaciones biológicas sobre tres especies comerciales de camarón en las costas de Sinaloa, México. *Memoria Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México., 2: 1-27.
- Mathews, C.P., 1981. A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to México. *Kuwait Bulletin of Marine Science* (2):325-409.
- Mace, P. M., 1994. Relations between common biological reference points used as thresholds and target of fisheries management strategies. *Can J. Fis. Aquat. Sci.* 51: 110-122.
- Megrey, B.A. 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. *American Fisheries Society Symposium*. 6: 8-48.
- Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú* 5: 1-170.

- Mertz, G. y R.A. Myers, 1996. An extended cohort analysis: incorporating the effect of seasonal catches. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 159-163.
- Moussalli, E y R. Hilborn, 1986. Optimal stock size and harvest rate in multistage life history models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 135-141.
- Olguín, P.M., 1967. Estudio de la biología del camarón café, *Penaeus californiensis* Holmes. *FAO Fisheries Report* (57) 2: 331-356.
- Paloheimo, J.E., y E. Cadima, 1964. On statistics of mesh selection. *ICNAF Serial No. 1394/Doc. No. 98.*
- Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. du Conseil*, 39 (3): 175-192.
- _____, Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.*, (8): 325 pp.
- Pauly, D., 1986. On improving operation and use of the ELEFAN programs. Part II. Improving the estimation of L_{∞} . *ICLARM Fishbyte*, 4(1):18-20.
- _____, J. Ingles y R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II), pp: 220-234. En: J.A. Gulland and B.J. Rothschild (Eds.), *Penaeid shrimps: their biology and management*. Fishing News Books Limited. Great Britain. 308 p.
- _____, y N. David, 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28 (4): 26 pp.
- Pérez - Farfante, I., 1977. American solenocerid shrimps of the genera *Hymenopenaeus*, *Haliporoides*, *Hadropenaeus* new genus and *Mesopenaeus* new genus. *Fish. Bull.* 75: 262-346.
- _____ 1988. Illustrated key to penaeoid shrimps of commerce in the Americas. *U.S. Dept. Comm. NOAA Tech Rep. NMFS.* 64: 1 - 32.
- _____ y B. Kensley, 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Memories du Muséum National D'Histoire Naturelle. Tome 175. Zoologie.* París.
- Powell, D.G., 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. *Rapp. P.-v. Réun. CIEM*, 175: 167-169.
- Pope, J.G., 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF*, (9): 65-74.

- _____ y J. G. Shepherd, 1985. A comparison of the performance of various methods for tuning VPA's using effort data. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 42: 129-151.
- Press, W.H., B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, y W.T. Vetterling, 1986. *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Quinn, G.O. y M. J. Keough, 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 537 pp.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada* (191): 182 pp.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1974. Estudio biológico estadístico sobre la pesquería del camarón del Golfo de California. *Serie Técnica No. 1., Inst. Nal. Pesca*. México.
- _____, 1976. Sinopsis biológica de las especies del género *Penaeus* del Pacífico mexicano. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México, 2: 280-314.
- _____, 1981a. Estado actual de la pesquería de camarón en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* (1):53-60.
- _____, 1981b. Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* (2):1-19.
- Salinas-Zavala, C.A., A.C. Leyva, D. Lluch-Belda y E. Díaz-Rivera, 1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur, México. *Atmósfera* 3, 217-237.
- Sepúlveda, M. A., 1976. Crecimiento y mortalidad de camarón blanco (*Penaeus vannamei*; Boone) en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa. Tesis profesional E.N.C.B., Inst. Pol. Nal. México, D.F. 60 pp.
- _____, 1996. Crecimiento y desarrollo poblacional del camarón azul (*Penaeus stylirostris*) en el sistema lagunar de Bahía Magdalena – Almejas, B.C.S. de 1987 a 1990. *Ciencia Pesquera* 12: 46-55.
- Sims, S.E., 1982. Algorithms for solving the catch equation forward and backward in time. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 197 - 202.
- Sissenwine, M. P. y J. G. Shepherd, 1987. An alternative perspective on recruitment over fishing and biological reference points. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 913-918.
- Sparre, P. y S. C. Venema, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca No. 306.1. Rev.1.*, 440 p.

- Stollery, K.1984. Optimal versus unregulated industry behavior in a Beverton-Holt multi-cohort fishery model. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 446-450.
- Vega, V.A. y D. Lluch-Cota, 1992. Análisis de las fluctuaciones en la producción de langostas (*Panulirus* spp.), del litoral oeste de la Península de Baja California, en relación con el desarrollo histórico de la pesquería y la variabilidad del marco ambiental. pp: 191-212. En: (Guzmán del Proo, Ed.), Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California. 25-29 de nov. 1991, La Paz, B.C.S., México. 212 p.
- von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* 10 : 181 - 213.
- Watson, R.A., D.J. Die y V. R. Restrepo, 1993. Closed seasons and tropical penaeid fisheries. A simulation including fleet dynamics and uncertainty. *North American Journal of Fisheries Management.* 13: 326-336.
- Wetherall, J.A., 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. *ICLARM Fishbyte*, 4(1): 12-14.

12. LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur.

Fig. 2. Diagrama que muestra la nomenclatura de los principales características de la morfología externa en camarones peneidos para el registro de las medidas de longitud.

Fig. 3. Representación gráfica de la estimación de la longitud asintótica, L_{∞} mediante el método de Powell-Wetherall.

Fig. 4. Distribución de frecuencias de longitudes (barras) con los componentes modales (líneas) para camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 5. Capturas de camarón café en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) por temporada de pesca y b) mensual.

Fig. 6. Porcentaje de la captura procesada respecto al total de la captura registrada de camarón café en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) Por temporada de pesca, b) promedio mensual.

Fig. 7. Contribución relativa de la captura procesada de camarón café por categoría comercial, a) por temporada de pesca, b) promedio total de cada categoría comercial.

Fig. 8. Distribución de frecuencias relativas de la longitud total de camarón café en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 9. Media y desviación estándar de la longitud total por categoría de talla comercial de camarón café en diferentes temporadas de pesca en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 10. Distribuciones normales para cada talla comercial en intervalos de longitud total constante de camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 11. Gráfico de Powell-Wetherall para la estimación de L_{∞} y Z/K en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 12. Longitud total media (a) y desviación estándar (b) de los grupos modales identificados en las distribuciones de frecuencias de camarón café durante 1994-95 (Descomposición por el método de Bhattacharya, 1967).

Fig.13. Patrones de variación de algunos atributos estadísticos de la edad relativa estimada y agrupada por intervalo de longitud total en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) media y desviación estándar b) coeficiente de variación y tamaño de muestra (n), c) tasa de cambio (E_{t+1}/E_t) en la edad respecto a la longitud.

Fig. 14. Matriz de distribución de la longitud total por grupo de edad (clave talla - edad) en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 15. Captura en peso observada por grupo de edad en el camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) Hasta la edad de 22 meses, b) hasta la edad de 13 meses.

Fig. 16. Selección de camarón café en la red de arrastre en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 17. Estimados del tamaño mensual y captura de la población de camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. durante el periodo de estudio.

Fig. 18. Estimados del tamaño poblacional de camarón café por grupo de edad en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. durante cada temporada de pesca.

Fig. 19. Magnitud y variaciones mensuales del reclutamiento, captura y mortalidad por pesca media en camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 20. Mortalidad por pesca promedio por grupo de edad y temporada de pesca en camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 21. Mortalidad por pesca media frente al tamaño poblacional y capturas de camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Fig. 22. Tasa media de cosecha ($C_{a,t}/N_{a,t}$) por temporada de captura en la pesquería de camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. a) Por edad, b) por mes.

13. LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Categorías comerciales de camarón (número de camarones por libra) y número de ejemplares por marqueta. * U: significa under: por abajo del número de camarones por libra especificado. ** Over: representa más de 80 camarones por libra.
- Tabla 2. Parámetros de las relaciones morfométricas de camarón café calculadas para la región de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. (El peso está expresado en gramos y la longitud en milímetros).
- Tabla 3. Número, peso y longitudes individuales del camarón café por categoría comercial en el proceso de maquila de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.
- Tabla 4. Media y desviación estándar de la longitud total de camarón café por categoría comercial por temporada de pesca en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.
- Tabla 5. Matriz promedio de probabilidad para transformar la talla comercial a longitud distribuida en intervalos de constantes de 5 mm.
- Tabla 6. Parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para camarón café (*F. californiensis*) y otras especies de camarón del género *Farfantepenaeus*.
- Tabla 7. Longitud total media, edad relativa y tasa de cambio de la edad por intervalo de longitud total en camarón café de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.
- Tabla 8. Rendimiento y captura de camarón café por temporada de pesca en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.
- Tabla 9. Observaciones del reclutamiento del camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., durante varias temporadas de pesca.
- Tabla 10. Mortalidad por pesca media estimada por edad y temporada de pesca para camarón café (*F. californiensis*) en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.