



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO
Y MORTALIDAD PARA LA POBLACION DEL CAMARON
ROSADO DEL CARIBE PENAEUS BRASILIENSIS
LATRIELLE 1817, EN LA ZONA DE CONTOY,
QUINTANA ROO

T E S I S

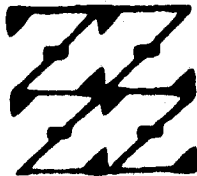
Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

ANTONIO ALMAZAN BECERRIL

DIRECTOR DE TESIS DR. XAVIER CHIAPPA CARRARA



1.º BIENIO
DE NUESTRA REPUBLICA

México, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

"AGRADECIMIENTOS"

Al Instituto Nacional de la Pesca por toda las facilidades brindadas para el empleo de la información generada en el Programa de Camarón del Caribe Mexicano, en especial al Biol. Manuel Puerco Mococho director del Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos, Q. Roo y al M. en C. Francisco Aguilar Salazar, responsable del programa en el estado.

A la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera y a la flota camaronera de Quintana Roo, por las facilidades otorgadas durante los muestreos en altamar.

Al Dr. Xavier Chiappa Carrara, mi director de tesis por el apoyo académico y logístico.

A los profesores: Biol. Ernesto Mendoza Vallejo, Dr. Isaias H. Salgado Ugarte, Biol. Angélica E. González Schaff y Biol. Samuel Campos Lince por sus observaciones y correcciones realizadas a este trabajo.

A los M. en C. Miguel Cabrera Vázquez y Silvia Salas por sus comentarios y observaciones.

Al T.P. Miguel A. Rivero y a los biólogos Edith Zárate, Javier Zacarías y Martha Origel del CRIP - Pto. Morelos por su ayuda y amistad.

*A mis Padres
Alicia y Gregoria
Por todo lo que esta representa para ellos.*

*A mis hermanos
Magda, Goyo, Iván, Francisco y Jesús
por haberme soportado toda su vida.*

A Monserrat con cariño.

INDICE	
RESUMEN	<i>i</i>
INDICE	<i>ii</i>
INDICE DE TABLAS	<i>iv</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>v</i>
INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVO	3
ANTECEDENTES	4
ANTECEDENTES BIOLÓGICOS	4
Características Generales del Ciclo de Vida de los Camarones Peneidos.....	4
Desarrollo Larvario.....	5
Rango de Distribución Geográfica.....	6
Posición Taxonomica.....	7
ANTECEDENTES PESQUEROS	7
El Recurso.....	8
La Pesquería.....	8
Características de la flota y Artes de Pesca.....	8
Producción.....	9
AREA DE ESTUDIO	10
MATERIAL Y METODOS	12
FASE DE CAMPO	12
FASE DE GABINETE	12
CRECIMIENTO	13
Expresión Matemática del Crecimiento.....	13
ELEFAN (Pauly y David, 1981).....	14
MORTALIDAD	15
Curva de Captura (Brey y Pauly, 1968).....	16
Mortalidad Natural.....	18
Mortalidad por Pesca.....	19

RESULTADOS	19
DISCUSION	21
CRECIMIENTO	21
MORTALIDAD	24
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
LITERATURA CITADA	28

RESUMEN

Se estimaron las tasas de mortalidad total (Z), natural (M) y debida a la pesca (F) así como los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy modificada para identificar variaciones estacionales en el crecimiento en la población de camarón rojo o rosado del Caribe *P. brasiliensis* en la zona de Contoy, Quintana Roo a partir de datos de frecuencia de longitudes obtenidas a partir de muestreos a bordo de embarcaciones camaroneras durante el periodo de octubre de 1992 a diciembre de 1993. Los métodos utilizados fueron los programas computarizados ELEFAN I y Curva de Captura contenidos en el paquete FISAT. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	K	L_{∞}	t_0	C	WP	Z	M	F	E
	años ⁻¹	cm.	meses			años ⁻¹	años ⁻¹	años ⁻¹	
Machos	1	20.2	-0.285	0.8	0.4	4.54	1.79	2.75	0.605
Hembras	1.08	22.89	-0.372	0.64	0.47	5.92	1.7	4.22	0.713
Ambos	1.29	24	-0.343	0.85	0.5	6.91	2.02	4.89	0.708

C y WP representan la magnitud de la estacionalidad en el crecimiento y la época del año en que este es menor o bien no existe. E es la tasa de explotación (F/Z). Se observó que la especie presenta periodos prolongados de crecimiento discontinuo llegando a un mínimo en los meses de junio y julio, época en la que coincidentemente comienza la época de tormentas tropicales. No obstante se alcanzan tallas comerciales alrededor del año de edad. Asimismo se detectó un aumento en la mortalidad total debido principalmente al incremento en el esfuerzo pesquero ya que la mortalidad natural permaneció constante.

RESUMEN

Se estimaron las tasas de mortalidad total (Z), natural (M) y debida a la pesca (F) así como los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy modificada para identificar variaciones estacionales en el crecimiento en la población de camarón rojo o rosado del Caribe *P. brasiliensis* en la zona de Contoy, Quintana Roo a partir de datos de frecuencia de longitudes obtenidas a partir de muestreos a bordo de embarcaciones camaroneras durante el periodo de octubre de 1992 a diciembre de 1993. Los métodos utilizados fueron los programas computarizados ELEFAN I y Curva de Captura contenidos en el paquete FISAT. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	K	L_{∞}	t_0	C	WP	Z	M	F	E
	años ⁻¹	cm.	meses			años ⁻¹	años ⁻¹	años ⁻¹	
Machos	1	20.2	-0.285	0.8	0.4	4.54	1.79	2.75	0.605
Hembras	1.08	22.89	-0.372	0.64	0.47	5.92	1.7	4.22	0.713
Ambos	1.29	24	-0.343	0.85	0.5	6.91	2.02	4.89	0.708

C y WP representan la magnitud de la estacionalidad en el crecimiento y la época del año en que este es menor o bien no existe. E es la tasa de explotación (F/Z). Se observó que la especie presenta periodos prolongados de crecimiento discontinuo llegando a un mínimo en los meses de junio y julio, época en la que coincidentemente comienza la época de tormentas tropicales. No obstante se alcanzan tallas comerciales alrededor del año de edad. Asimismo se detectó un aumento en la mortalidad total debido principalmente al incremento en el esfuerzo pesquero ya que la mortalidad natural permaneció constante.

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Frecuencias de longitud de la población de machos de camarón rojo <i>P. brasiliensis</i> tomadas en altamar durante los años de 1992 y 1993 en la zona de Contoy, Quintana Roo.....	32
TABLA 2. Frecuencias de longitud de la población de hembras de camarón rojo <i>P. brasiliensis</i> tomadas en altamar durante los años de 1992 y 1993 en la zona de Contoy, Quintana Roo.....	33
TABLA 3. Frecuencias de longitud de la población total de camarón rojo <i>P. brasiliensis</i> tomadas en altamar durante los años de 1992 y 1993 en la zona de Contoy, Quintana Roo.....	34
TABLA 4. Parametros de crecimiento obtenidos a partir del programa ELEFAN para la población de <i>Penaeus brasiliensis</i> considerando hembras machos y ambos.....	35
TABLA 5. Tasas instantáneas de mortalidad total (Z), por pesca (F) y natural (M), para la población de <i>P. brasiliensis</i> considerando hembras, machos y ambos.....	35
TABLA 6. Longitud en función de la edad para la población de <i>P. brasiliensis</i> considerando hembras, machos y a la población total.....	36
TABLA 7. Valores de los parámetros de crecimiento obtenidos para <i>P. brasiliensis</i> en años anteriores por diferentes autores.....	37
TABLA 8. Producción de camarón rojo en la zona de Contoy, Quintana Roo.....	37

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Sitios de captura comercial de la flota camaronera en la zona de Contoy, Quintana Roo.....	38
FIGURA 2. Curva de crecimiento para la población de machos de <i>P. brasiliensis</i> obtenida a partir del método ELEFAN.....	39
FIGURA 3. Curva de crecimiento para la población de hembras de <i>P. brasiliensis</i> obtenida a partir del método ELEFAN.....	40
FIGURA 4. Curva de crecimiento para la población total de <i>P. brasiliensis</i> obtenida a partir del método ELEFAN.....	41
FIGURA 5. Curva de captura para la estimación de Z en la población de machos de <i>P. brasiliensis</i>.....	42
FIGURA 6. Curva de captura para la estimación de Z en la población de hembras de <i>P. brasiliensis</i>.....	43
FIGURA 7. Curva de captura para la estimación de Z en la población total <i>P. brasiliensis</i>.....	44
FIGURA 8. Gráfico auximétrico que muestra la relación entre K y W_{∞} para diferentes stocks de camarones penidos.....	45

INTRODUCCION

La pesquería de camarón en México es estratégica pues representa una importante derrama económica además de las fuentes de empleo que genera. Las especies más explotadas son: el camarón blanco (*Penaeus setiferus*), el camarón café (*Penaeus aztecus*) y el camarón rosado (*Penaeus duorarum*) en el Golfo de México; el camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*) en el mar Caribe; y los camarones azul, blanco, café, rojo y blanco de Tehuantepec (*P. stylirrostris*, *P. vannamei*, *P. californiensis*, *P. brevisrostris* y *P. occidentalis* respectivamente) en las costas del Pacífico.

Entre los problemas generales que enfrenta la pesca del camarón se pueden citar la falta de planes de manejo adecuados, el desorden político-administrativo en que ha caído la pesquería y la falta de nuevas tecnologías de extracción y procesamiento que vengán a reemplazar a las ya existentes. Otro punto que viene a agudizar más la situación es el escaso y en muchas ocasiones inexistente vínculo entre el proceso productivo en sí y la investigación biológico-pesquera, la cual debería dictar los lineamientos a seguir en cuanto a su ordenación. Así pues, para poder definir esquemas óptimos de regulación, se debe comenzar por evaluar el estado y los cambios probables que sufre la especie en explotación en términos de espacio y tiempo, ya sean estos inducidos por la propia actividad pesquera o sean debidos a fluctuaciones ambientales.

Desde este punto de vista, el análisis biológico de las especies explotadas a través de los parámetros poblacionales que definen su dinámica, resulta fundamental para estimar el potencial con el que se cuenta. Los parámetros más importantes desde el punto de vista demográfico son aquellos que tienen que ver con la mortalidad y el crecimiento.

En términos pesqueros, la mortalidad total (Z), se divide en dos componentes: mortalidad natural (M), que está estrechamente relacionada con factores ambientales como la temperatura, salinidad, oxígeno, pH, etc, y biológicos: depredación, disponibilidad de alimento, competencia, etc; y la mortalidad por pesca (F), que está ligada al esfuerzo pesquero que es directamente proporcional a ésta (Sepúlveda, 1981).

Por otra parte, a partir del estudio del crecimiento se puede llegar a deducir la edad de los organismos cuando este parámetro no se conoce directamente.

Sin embargo, cabe aclarar que la curva de crecimiento no es una característica específica del individuo o de la especie, sino de la población. Así, la curva de crecimiento es la representación gráfica de la compleja interacción en el ecosistema (Margalef, 1977).

La interpretación de la edad con base en el tamaño y la morfología requiere de un conocimiento suficiente de la biología de la especie. En el caso de las poblaciones de crustáceos y otros artrópodos, los picos de las curvas multimodales que da la distribución de una población agrupada por tamaños pueden corresponder a las diferentes mudas o estadios, lo que hace necesario conocer su relación con el tiempo y sobre todo con la edad.

De lo anterior se desprende la importancia del uso de métodos indirectos como una alternativa para la determinación de la estructura de edades en poblaciones de camarón, ya que se basan en el agrupamiento de individuos de tallas aproximadamente similares en intervalos de longitud. Estos agrupamientos ocurren en poblaciones de especies que se reproducen estacionalmente y se caracterizan por entradas regulares de nuevos reclutas, de manera que si el diseño de muestreo es adecuado, esto es, periodos de tiempo, número de organismos y zonas de colecta establecidos en función de las características biológicas de la especie, se obtendrá una estructura de tamaños formada por un conjunto de modas generadas a partir de el agrupamiento de los individuos en frecuencias de longitud.

Entre los diversos procedimientos desarrollados para identificar los grupos de edad, el método de Petersen intenta esencialmente atribuir edades aproximadas a los varios picos de una muestra de frecuencias de longitud, en una serie de muestras de frecuencia de longitud secuencialmente dispuestas en el tiempo.

En algunas especies la temporada de desove es larga y se puede prolongar en varias cohortes. Cada uno de estos grupos posteriormente resultará en un pico de la distribución de frecuencias de longitud de la población, lo que ocasiona que el método no aporte resultados satisfactorios, ya que trata a la sucesión de modas como pertenecientes a clases de años sucesivas, cuando de hecho representan solamente clases dominantes del año que fueron separadas por uno a más desoves escasos. Así, los varios picos que se presentan en una sola muestra de longitud frecuentemente no pueden ser atribuidos a una edad definida o inequívocamente ser conectados con los picos de procedencia.

Lo anterior sucede porque estos métodos están basados en interpretaciones subjetivas de los datos (Pauly y David, 1980). El avance en materia de computación, ha hecho posible el desarrollo de una generación de procedimientos más complejos. Si bien la esencia de la mayoría de ellos son procedimientos estadísticos que hacen uso de algoritmos matemáticos y procesos iterativos, su principal objetivo es la separación y caracterización objetiva de los grupos de edad en la distribución (Yong y Skillman, 1975; McDonald y Pitcher, 1979; Schmute y Fournier, 1980; Pauly y David, 1980, 1986; Sheperd, 1987).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad pesquera es principalmente una actividad económica, la cual para que sea rentable debe seguir ciertos lineamientos establecidos bajo límites razonables. Estos límites dependen principalmente de las características biológicas de la especie en explotación que aportan información para entender el estado actual de la población, así como predecir los cambios que ocurren naturalmente o inducidos por el hombre.

La población como entidad biológica presenta fluctuaciones en el tiempo y en el espacio. De esto se desprende la necesidad de conocer su biología, determinando a intervalos regulares de tiempo los parámetros de crecimiento y mortalidad que definen su dinámica.

Con base en lo anterior y tomando en cuenta la importancia que representa el recurso camarón en el estado de Quintana Roo, este estudio consiste en estimar valores actuales de los parámetros de crecimiento y mortalidad para la población de camarón rosado del Caribe *Penaeus brasillensis* que sirvan de base para elaborar esquemas óptimos de manejo.

OBJETIVO

Estimar los parámetros de crecimiento y mortalidad de la población de camarón rosado del Caribe, *Penaeus brasillensis* durante el periodo comprendido entre octubre de 1992 a diciembre de 1993 para la población total y por sexos separados.

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES BIOLÓGICOS

Entre los estudios existentes para *Penaeus brasiliensis*, cabe destacar aquellos que se refieren a la distribución de la especie, la descripción detallada de las características morfológicas en adultos y juveniles efectuados por Pérez-Farfante (1969, 1970 y 1971) Arreguín-Sánchez (1981b y en prensa) realiza un análisis sobre las relaciones biométricas, así como evaluaciones de la edad y del crecimiento. Aranceda (1990) y Aranceda y Fanjul (1992) Realizan observaciones sobre las primeras etapas del ciclo de vida, requerimientos alimenticios e influencia de algunos factores físicos sobre su desarrollo. Sandoval-Quintero (1993) realizó un estudio sobre madurez gonadal y Portas-Ruiz (1994) propone patrones de migración en base a información sobre la operación de la flota pesquera.

Características Generales del Ciclo Biológico de los Camarones Penidos

El ciclo de vida de la mayoría de las especies de camarón de mayor importancia comercial es muy similar. Los adultos desovan en altamar a diferentes profundidades dependiendo de la especie. Los huevos fértiles producidos eclosionan en unas cuantas horas y dan origen a larvas nauplio, las cuales después de pasar por una serie de mudas y estadios (nauplios, protozoas y mysis) alcanzan la forma de postlarvas. En este estadio los camarones entran a los estuarios, donde encuentran un medio rico en alimento que les permite asegurar su desarrollo. El crecimiento y la supervivencia de los camarones en los estuarios, se ve influenciado por las variaciones locales de temperatura y salinidad. Los juveniles permanecen en el interior de las aguas costeras durante un tiempo aproximado de 2 a 4 meses hasta alcanzar tallas de 70 a 120 mm de longitud, después de lo cual emigran hacia aguas oceánicas. Las especies de camarón presentan diferencias espaciales y temporales en la utilización del medio ambiente y de esta forma evitan la competencia cuando se encuentran varias especies dentro de una misma área geográfica (García y Le Reste, 1986).

P. brasiliensis pertenece a los penidos de tético cerrado y, a diferencia de los de tético abierto (que necesitan que el ovario esté maduro y el desove de la hembra sea inminente), estos requieren que la hembra mude antes del apareamiento.

La maduración del ovario se lleva a cabo entre mudas y el apareamiento ocurre inmediatamente después de la ecdisis, cuando la hembra tiene el ovario inmaduro. Con un mismo espermátforo la hembra puede tener varios desoves entre mudas.

La reproducción de *Penaeus brasiliensis* es continua durante todo el año. En la Zona de Contoy en Quintana Roo, se presentan dos periodos en los cuales este fenómeno parece ser más intenso. Soto *et al.* (1993) mencionan el primero en primavera-verano y el segundo en invierno. Sin embargo, en un análisis preliminar detallado de las gónadas, Sandoval (1993) observa que estos periodos ocurren en febrero-marzo y octubre.

Durante el desarrollo de los estadios larvarios hasta alcanzar la etapa juvenil, se ha observado que el camarón rosado requiere de concentraciones salinas más altas que otras especies de peneidos en litorales mexicanos. Sin embargo, es evidente su abundancia en zonas costeras, de baja profundidad, con fondo fangoso y abundante vegetación, lo cual proporciona alimento y protección durante esta etapa de su desarrollo.

Aparentemente la zona de mayor importancia para la pesquería de Contoy en relación con el desarrollo de los primeros estadios del ciclo vital se localiza en la costa noreste de la península de Yucatán, fundamentalmente comprendida al sur de la Isla Holbox, conocida como laguna de Yalahau (Arreguin-Sánchez 1981b; Porras *et al.*, 1994). Al respecto Arnedo y Fanjul (1992) citan como criadero natural de postlarvas y juveniles de la especie el complejo lagunar de Chakmuchuk donde fue encontrado en aguas someras asociado a pastos marinos de *Thalassia testudinum*. Arnedo (1990) observa organismos inclusive en la Laguna de Nichupté en Cancún, Quintana Roo. Se sabe también que habitan en aguas de la plataforma desde la línea de la costa hasta los 65 m, raramente en aguas más profundas. Es más abundante entre los 45 y 65 m en fondos firmes de fango mezclado con arena. Los juveniles y adultos pueden ser encontrados en fondos de fango suave. Tiene hábitos nocturnos y tanto los juveniles como los adultos son capturados de noche.

Desarrollo Larvario

Araneda y Fanjul (1992) describieron el desarrollo larvario en condiciones de laboratorio observando que la media de desove por hembra, es de alrededor de 53,000 huevos con un porcentaje de viabilidad del 95%. La eclosión se presenta entre las 12 y 15 horas después del desove con un intervalo de temperatura de 27 °C a 29.5 °C dando origen a la fase planctónica del ciclo de vida del organismo. La primera etapa larvaria o nauplio pasa por 5 mudas y tiene duración aproximada de 40 horas. El estadio protozoeca pasa por 3 mudas en un tiempo de 4 a 9 días. La fase mysis pasa por 3 mudas y el periodo dura entre 3 a 5 días, dependiendo básicamente de la temperatura del agua. Finalmente, cuando el organismo alcanza el estado de postlarva cambia a hábitos bentónicos.

Rango de Distribución Geográfica

Pennaeus brasiliensis se encuentra en el Atlántico occidental, el Caribe incluido, desde las proximidades de Cabo Hatteras en Carolina del Norte, Estados Unidos de Norteamérica, hasta Río Grande-Laguna de los Patos, Brasil incluyendo las islas Bermudas. En el Golfo de México, sin embargo, hasta hace veinte años solo se tuvieron registros de su existencia en aguas del suroeste de Florida. Posteriormente fueron identificados algunos organismos de esta especie al suroeste de Cayo Arcas, Bahía de Campeche, y en el tramo costero localizado entre Dzilam de Bravo y Yalkubul, al norte de Yucatán (Perez-Farfante, 1971)

Estos hallazgos demostraron que la especie se extiende desde el Caribe hacia el oeste y penetra en la parte suroeste del Golfo de México donde ha formado parte de las capturas en el estado de Campeche.

P. brasiliensis es escaso en las Costas de los Estados Unidos excepto en la Bahía de Biscayne, y en las de México, salvo en las aguas de la isla Contoy.

Posición Taxonómica

La posición taxonómica de *Penaeus brasiliensis* según Burkenroad (1939) es la siguiente:

Fylum: Arthropoda

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Cohorte: Eucarida

Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata

Superfamilia: Penoidea

Familia: Penaeinae

Género: *Penaeus*

Especie: *Penaeus brasiliensis*

ANTECEDENTES PESQUEROS

P. brasiliensis constituye un porcentaje relativamente alto de la producción de camarones durante el verano y principios del otoño en la Bahía de Biscayne. La especie es muy abundante en ciertas partes de las costas de la América Central y del Sur, particularmente desde Guyana hasta la Bahía de Marajó, Brasil, donde constituye una gran proporción de las capturas (Pérez-Farfante, 1971). En México, las zonas más importantes de crecimiento son los sistemas lagunares de Yalahau en Q. Roo y Ria Lagartos en Yucatán (Soto *et al.*, 1991). La actividad pesquera más importante se lleva a cabo en el área de Contoy donde se comenzó a explotar por la flota pesquera estadounidense.

El Recurso

La flota en el Caribe Mexicano dirige el esfuerzo pesquero hacia dos especies principalmente: el camarón rosado *Penaeus brasiliensis* y el camarón de roca *Sicyonia brevirostris*. La primera especie representa alrededor del 70% de los volúmenes desembarcados y la segunda el 30% (Arreguín-Sánchez, 1981a, 1981d). En 1991, y a partir de las evaluaciones hechas por Soto *et al.* (1991), se observó un incremento en los volúmenes de captura del camarón roca y una baja en el camarón rosado. Además de estas especies, aparecen en pequeñas cantidades y en forma esporádica el camarón rosado *Penaeus duorarum* Burkenroad (1939), el camarón blanco *Penaeus setiferus* Linnaeus (1767), y posiblemente *Penaeus schmitti* Burkenroad (1936) según Allen y Jones (1974).

La pesquería

La pesquería de camarón en el área de Contoy, Quintana Roo data de 1966 (Arreguín-Sánchez, 1981b). Los estudios existentes sobre *P. brasiliensis* son más bien escasos. De estos, Pérez-Farfante (1969), Lindner (1971), y FAO (1972), mencionan la importancia comercial de esta especie así como las principales existencias en el Mar Caribe y regiones adyacentes. Arreguín-Sánchez (1981c) realiza un análisis detallado del rendimiento máximo sostenible a partir de datos de la flota pesquera mexicana. Por último Soto *et al.* (1987; 1991, 1993 y 1994) efectúan estudios dirigidos a conocer el estado actual del recurso en Quintana Roo.

Características de la Flota y Artes de Pesca

La captura de camarón en el estado se ha desarrollado básicamente como pesca de altura, no existiendo hasta el momento pesquerías ribereñas o costeras de este recurso. Los barcos camaroneros que operan en esta zona corresponden a los tipos "Florida" y "Banfoco". El tamaño de los barcos se encuentra entre los 21 y 24 m de eslora y de 6 a 7 m de manga. La mayoría son de casco de hierro o fibra de vidrio con motor diesel y una potencia entre 365 y 520 HP. Se encuentran equipados con compás, lorán y

ecosonda, como equipo de navegación y radio transmisor-receptor como equipo de comunicación. La capacidad de carga varía de entre 15 a 20 toneladas y su autonomía es de 30 a 40 días (Soto *et al.*, 1993).

Son cuatro las cooperativas en el estado dedicadas a la captura de camarón, dos en Isla Mujeres y dos en Puerto Juárez. Existen además barcos pertenecientes a la iniciativa privada, los cuales facturan sus productos por conducto de las cooperativas o de las empacadoras. Con el cambio de la legislación, en la que ahora se permite la entrada de la iniciativa privada a la captura de especies reservadas a cooperativas, ésta ha invertido en la flota camarонера, la cual aumentó un 12% aproximadamente en 1992.

En cuanto a la eficiencia de la flota camarонера, en general ha sido baja, ya que en diez años ha trabajado con un promedio de 6.4 días de pesca por barco por mes (Soto *et al.*, 1993). En 1991 el promedio de días trabajados por mes por barco fué de 7.9 y en 1992 se promedió 7.2 días. Esto se debe principalmente al mal estado en que se encuentran los barcos, la falta de recursos económicos para el mantenimiento y reparación de las embarcaciones y a las malas administraciones que ha tenido el sector cooperativado (Soto *et al.*, 1993).

En 1985 operaron 25 barcos, en 1990 y 1991 fueron 21 y para 1992 se elevó a 27. El tipo de redes que utilizan los barcos camaroneros en el estado de Quintana Roo, son redes de arrastre dobles. La abertura o luz de malla que utilizan en promedio es de 1.5 pulgadas en el cuerpo de la red y de 1.2 pulgadas en el bolso.

Producción

En el estado de Quintana Roo esta pesquería es de gran importancia, ya que a nivel de infraestructura e inversión ocupa el primer lugar con respecto a otras. No obstante, la producción de camarón no ha mantenido un ritmo ascendente y en los últimos años ha presentado una tendencia a disminuir sus volúmenes de captura. En 1987 se capturaron 405 toneladas, en 1988 bajó a 158 toneladas, y en 1992 se capturaron 262 toneladas. (Soto *et al.*, 1993).

AREA DE ESTUDIO

La captura de camarón en el estado de Quintana Roo se lleva a cabo en el área conocida como "Zona de Contoy", la cual se localiza al este de la Península de Yucatán, al noreste del estado de Q. Roo. El área abarca 13,743 Km² desde las 0 a las 50 brazas de profundidad (Allen y Jones, 1974). Sin embargo, en evaluaciones recientes Porras-Ruiz (1994), delimitan la zona entre los paralelos 22° 18' 00'', 21° 27' 00'' Latitud Norte y 87° 00' 00'', 86° 30' 00'' Longitud Oeste con seis áreas definidas de pesca comercial (Fig 1).

La flota camaronera opera generalmente hacia el este y noreste de la isla Contoy, a profundidades que oscilan entre los 35 y 60 m (Porras-Ruiz, 1994). El fondo marino en esta zona es muy accidentado, formado principalmente por sedimentos que contienen gran cantidad de carbonatos de tipo biogénico y zonas arrecifales muy limitadas con grandes macizos de origen coralino. Esta topografía provoca que las embarcaciones solo puedan operar en determinadas zonas llamadas blanquiales, que son lugares libres de rocas y coral (Soto *et al.*, 1991).

La cuenca caribeña es típicamente geosinclinal, dado que su arquitectura se conforma por depresiones abisales, trincheras crestas montañosas y canales submarinos. La plataforma continental del Caribe Mexicano es muy estrecha, delimitada por la isóbata de 200 m, con solo 20 Km frente a Cancún y gradualmente se atenúa hacia el sur, y en Puerto Morelos prácticamente desaparece, confundándose la ladera del talud continental que tiene una pendiente mayor a 4° y alcanza rápidamente los 400 m de profundidad.

En la zona se presenta una variación climática de tipo cálido-húmedo, con lluvias en verano. La temperatura máxima es de 43.2 °C en los meses de agosto y septiembre y la mínima es de 13.0 °C en el mes de enero (Merino y Otero, 1991). Las masas de aire presentes durante casi todo el año son de origen marítimo tropical y son transportadas por los vientos Alisios que en la zona presentan una dirección dominante del este. Estos vientos son relativamente homogéneos, y mantienen velocidades medias del orden de los 5 m/s, para alcanzar velocidades máximas de 20 m/s. En los meses de noviembre a enero, y en ocasiones hasta febrero y marzo, invaden la zona masas de aire continental polar traídas por vientos del norte con alta velocidad (pueden alcanzar hasta los 40 m/s) y poca duración.

Estos vientos comúnmente denominados "nortes", causan frentes fríos con chubascos ocasionales. En los meses de septiembre a octubre se presentan vientos variables y periodos de calma, en lo que puede considerarse una etapa de transición entre las dos condiciones antes mencionadas (Merino y Otero, 1991).

El área se encuentra dentro de la zona de trayectorias dominantes de los huracanes tropicales que se generan en el Océano Atlántico y Mar Caribe durante el verano. Existe un promedio de un huracán que cruza el área de estudio por año.

La circulación superficial en el mar Caribe y Golfo de México forma parte del gran giro anticiclónico del Atlántico Norte. La Corriente Norecuatorial, que cruza el Atlántico Norte hacia América entre los 5 y los 20 grados de latitud norte se divide al llegar al arco antillano. Una parte forma la Corriente de las Antillas y se desplaza al norte de estas islas para unirse a la Corriente del Golfo al oeste de la península de la Florida.

La otra parte unida a la Corriente Surecuatorial que corre al norte de Brasil como Corriente de las Guayanas, penetra al Caribe a través del arco antillano, formando la Corriente del Caribe (Atwood, 1976 en Merino, 1992). El flujo dominante en el Caribe es hacia el oeste-noroeste, hasta arribar a las costas de Yucatán. Al sur de la isla Cozumel, el núcleo de la corriente tuerce hacia el norte y se alinea con la costa para dirigirse con gran velocidad al canal de Yucatán, formando la corriente del mismo nombre. Dado que por el Canal de Yucatán sale toda el agua superficial que entra al Caribe, aquí se alcanzan velocidades muy altas, que llegan a ser superiores a los 4 nudos a una distancia de 20 a 30 m.n. al este de Cabo Catoche. A partir de este punto, el núcleo de la corriente vuelve a cambiar en dirección al noroeste, tendiendo a alinearse con el borde de la plataforma continental, aunque su posición exacta cambia a la largo del año. El núcleo de la corriente se separa del borde de la plataforma en un punto que varía en relación con su penetración, ya como Corriente de Lazo, al interior del Golfo de México.

Así, la corriente de Yucatán, no solo determina en gran medida la circulación en el área de estudio, sino que también aporta las masas de agua que en ella se encuentran (Merino, 1992).

MATERIAL Y METODOS

FASE DE CAMPO

Los datos utilizados se generaron a partir de muestreos mensuales en altamar en la Zona de Contoy, a bordo de embarcaciones camaroneras con base en Puerto Juárez e Isla Mujeres que operan con un promedio de 11 días de viaje, de octubre de 1992 a diciembre de 1993.

El total de viajes realizados fue de 29 en el período mencionado. La toma de muestras se realizó al azar, apartando sin seleccionar, una porción de la captura proveniente de los bolsos de la red cuando estos son depositados en la cubierta al final de cada jornada de operaciones.

Además de los volúmenes de captura y esfuerzo de camarón rosado, se determinó el sexo y el estado de madurez de las gónadas, la longitud total (tomada ésta como la distancia que existe entre la punta del rostrum al extremo del telson) en bitácoras de crucero específicamente diseñadas para el recurso, en grupos de frecuencia de tallas de 5 mm (El Instituto Nal. de la Pesca trabaja con este intervalo de clase bajo la convención de que para especies menores a 30 cm. el intervalo de longitud es 5 mm y para especies mayores a 30 cm éste será de 10-20 mm (Wolf, 1989)).

FASE DE GABINETE

Con la información proveniente de las bitácoras, se elaboraron archivos de distribuciones de frecuencia de longitud por viaje y mes. Debido a que el empleo de los paquetes software que estiman la curva de crecimiento de peces y crustáceos, tales como ELEFAN (Pauly y David, 1981), requieren de la fecha de muestreo, en este estudio se considera que el valor promedio de los días efectivos de pesca por mes, es representativo de ese mes en particular.

De acuerdo con los estudios realizados con *Penaeus brasiliensis* (Arreguin-Sánchez, 1981b), se asume que el crecimiento del camarón rosado en la Zona de Contoy es adecuadamente descrito por el modelo de von Bertalanffy.

CRECIMIENTO

Expresión Matemática del Crecimiento

La función matemática de von Bertalanffy (1938) se basa en asumir que la tasa de crecimiento de un organismo, se puede pensar como la diferencia entre las tasas de anabolismo y catabolismo.

De esta manera, el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción de material celular. La expresión de dicho modelo es la siguiente:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

L_{∞} = Longitud máxima promedio o valor asintótico.

L_t = Longitud promedio a la edad t_0

K = Tasa de crecimiento. Este parámetro determina la rapidez con que el organismo tiende a L_{∞} .

t_0 = Edad teórica de los individuos cuando la talla es cero.

Existen cuatro suposiciones que el modelo de von Bertalanffy cumple satisfactoriamente y que han determinado la universalidad de su uso (Cabrera, 1992):

1. - Describe adecuadamente el crecimiento.
2. - El número de parámetros a calcular es pequeño.
3. - Sus parámetros tienen un significado biológico (excepto t_0).
4. - Puede ser incorporado fácilmente a modelos más complicados.

En adición, el programa ELEFAN trabaja con una versión modificada cuando el crecimiento presenta oscilaciones (Pauly y Gaschitz, 1979) este nuevo modelo tiene la forma:

$$L_t = L_{\infty} \left[1 - e^{-(K(t-t_0) - (CK/2\pi) \sin(2\pi(t-WP)))} \right] \quad 2$$

donde:

C = Es un parámetro que define la amplitud de la estacionalidad en el crecimiento

WP = Representa la época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe.

ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis; Pauly y David, 1981)

Con el propósito de estimar los parámetros de crecimiento de peces o crustáceos, el programa ELEFAN modifica las muestras de frecuencias de tallas originales, a partir de una reestructuración por promedios móviles, para enfatizar las modas en la distribución (Brey y Pauly, 1986).

A partir del nuevo ajuste, el método resalta nuevas modas o "picos" con valores o puntos positivos acumulados en la distribución (valores ASP) y genera los llamados "valles" con valores o puntos negativos acumulados. Posteriormente el programa genera curvas de crecimiento sobre la muestra reestructurada, a partir de valores de K y L_{∞} propuestos como valores iniciales o "semilla", para el cálculo de los parámetros definitivos que deben describir el crecimiento de la especie, luego de una búsqueda iterativa de probables combinaciones de éstas variables, con base en la información de la muestra.

Desde un punto estadístico, se considera que la curva que mejor explica el crecimiento de una especie, a partir de un lote de datos representativos de la población, es aquella que pasa por el mayor número de "picos" o suma de puntos disponible en la muestra (ASP) y evita el mayor número de "valles". La suma máxima de puntos por la cual se ajusta una curva de crecimiento en una muestra se conoce como ESP (suma de puntos explicados). El cociente de ASP/ESP debe idealmente ser igual a la unidad y es un criterio de ajuste a la curva de crecimiento para la especie en cuestión.

El procedimiento descrito tiene las siguientes suposiciones:

- 1.- Las muestras representan a la población investigada.
- 2.- El patrón de crecimiento en la población es el mismo de un año a otro.
- 3.- La ecuación de crecimiento de von Bertalanffy describe el promedio decrecimiento de la población.
- 4.- Todos los organismos de la muestra tienen la misma longitud a la misma edad y por lo tanto, las diferencias en la longitud pueden ser atribuidas a las diferencias en la edad.

MORTALIDAD

En biología pesquera la forma más práctica de estimar la mortalidad es por medio de tasas instantáneas, de las cuales se han definido tres y están contenidas en las siguientes expresiones

$$N_t = N_0 * e^{-Zt}$$

3

Donde N_0 es el número inicial de peces cuando $t = 0$, N_t es el número de peces que queda al final de cada periodo de tiempo t y Z es la tasa instantánea de mortalidad total. La mortalidad total es la suma de dos componentes: La mortalidad natural (M) y la mortalidad debida a pesca (F). Estas tasas de decremento poblacional tienen como ventaja que pueden ser sumadas y restadas:

$$Z = M + F$$

4

Estimación de la Mortalidad Total (Curva de Captura, Brey y Pauly, 1986)

Utiliza como datos de entrada la estructura por edades (en términos de edad absoluta), o los de una distribución de frecuencias (en términos de edad relativa) de una muestra de organismos. Una curva de captura es la representación gráfica del logaritmo natural del número de sobrevivientes ($\ln N_t/N_0$) o del logaritmo natural del número de peces en la muestra contra la edad relativa t .

La parte izquierda ascendente de la curva se origina por el decremento en la eficiencia de la captura del arte de pesca en relación a la disminución de la longitud del pez. La porción descendente puede ser utilizada para estimar Z a partir del primer punto a la derecha del punto máximo de la curva. Este punto representa al grupo de edad que puede ser completamente vulnerable al arte de pesca.

Si la mortalidad de la población sigue una tendencia que puede ser descrita por un modelo exponencial negativo tal como lo describe la ecuación 1, entonces, una curva de captura mostrará una tendencia lineal decreciente a la derecha del punto máximo de la curva y en consecuencia esta tendencia puede ser descrita por una ecuación lineal, que no es más que la forma logarítmica de la ecuación 1:

$$\ln(N_t) = a + bt$$

5

donde la mortalidad total (Z) será el valor de la pendiente (b), con signo negativo.

El uso de este procedimiento lleva implícitas las siguientes suposiciones:

- 1) Z es similar en todos los grupos de edad
- 2) El reclutamiento es constante. Todos los grupos de edad fueron reclutados en proporción a su abundancia.
- 3) Todos los grupos de edad son igualmente vulnerables al arte de pesca

- 4) La muestra es grande y cubre los grupos de edad suficientes para representar la estructura de la población en el periodo de tiempo considerado.

El procedimiento para construir una curva de captura es como sigue:

- 1) Registrar las longitudes para construir distribuciones de frecuencia.
- 2) Estimar la edad de una submuestra de organismos y construir una clave edad-longitud.
- 3) Convertir la muestra de distribución de frecuencias de edad por medio de esta clave.

Cuando no es posible conocer la edad individual de los organismos puede usarse una curva de captura convertida a longitud para estimar Z . Esta consiste en graficar el $\ln(N_i/\Delta t)$ contra la edad relativa t_i donde N_i es el número de organismos de la i -ésima clase de longitud. Para aplicar por este procedimiento, es necesario disponer de un grupo de parámetros de crecimiento derivados de la distribución de frecuencias analizada. En este caso la ecuación de regresión para la estimación de Z es la siguiente:

$$\ln(N_i/\Delta t) = a + z t_i$$

donde $z = b$ con signo negativo.

La estimación de Z por este procedimiento lleva implícitas las siguientes suposiciones:

- 1) Z es constante en todas las clases de talla incluidas en la gráfica.
- 2) Las fluctuaciones en el reclutamiento son pequeñas y de carácter aleatorio.
- 3) La muestra usada representa a la estructura promedio de la población en el periodo de tiempo considerado.

El procedimiento para construir una curva de captura convertida a longitud es el siguiente:

- 1) Combinar las muestras individuales de las distribuciones de frecuencia en una total, la cual se supone es representativa de la población
- 2) Construir la curva de captura usando la distribución de frecuencias de longitud total y los parámetros de crecimiento estimados a partir de ella.
- 3) Graficar la curva de captura usando $ln(\%N)$ y t media y estimar Z a partir de los puntos localizados en el lado derecho del punto máximo de la curva.

Estimación de la Mortalidad Natural (Pauly, 1983).

Debido a la dificultad de obtener una estimación directa de este parámetro, es común que su estimación se haga indirectamente por la aplicación de otros procedimientos. Así misma, es posible obtener estimaciones rápidas de manera independiente con una mínima información y que permite conocer de manera aproximada el valor de M .

La ecuación propuesta por Pauly (1983) considera que la mortalidad natural está correlacionada con la temperatura del medio ambiente. La ecuación que estima esta variable es:

$$\log_{10}M = -0.0066 - 0.279 \log_{10}L_{\infty} + 0.6543 \log_{10}K + 0.4634 \log_{10}T^{\circ} \quad 7$$

donde M es la mortalidad natural, K y L_{∞} son parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y T° es la temperatura promedio donde el organismo vive. Estas relaciones fueron deducidas por técnicas de regresión múltiple utilizando estimaciones de M , K , L_{∞} y T° de 175 especies en rangos de temperatura de 5 a 35° C, de tal forma que los valores de M estimados con las mismas son bastante aceptables.

Estimación de la Mortalidad por Pesca

Esta mortalidad se puede considerar como una medida de la tasa a la cual un grupo de organismos es extraído de la población a la que pertenece por medio de la actividad pesquera. Teniendo valores de M y Z , su estimación se reduce a:

$$F = Z - M$$

8

RESULTADOS

Las tablas 1, 2 y 3 muestran las frecuencias de longitud para machos, hembras y para toda la población de *Penaeus brasiliensis*. En la tabla 4 se muestran los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos con los datos anteriores obtenidos mediante el sistema ELEFAN. El número de organismos se observa en la misma tabla. La longitud asintótica es mayor para hembras que para machos en más de dos centímetros. Este parámetro aumenta al considerar a la población total. La tasa instantánea de crecimiento anual para machos y para hembras, al igual que L_{∞} aumenta cuando no se discrimina el sexo. Los parámetros que indican variación estacional en el crecimiento (C y WP) determinan que este existe para el camarón rosado y su magnitud es considerable. En este aspecto, la población en sí sufre una fuerte oscilación de 0.85. La época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe (WP), fué estimado en el mes de junio para machos y julio para hembras y para la población en su conjunto, esto es, durante el verano. El valor de t_0 se determinó por medio del método propuesto por Pauly (1979), quien consideró una regresión con tripletas de valores de L_{∞} , K y t_0 de 153 especies de peces seleccionados por el autor y que cubren una amplia diversidad de taxa y habitat. En este renglón el mayor registro fué para machos y el menor para hembras aunque no existió una gran diferencia entre ambos.

Las expresiones de la ecuación de von Bertalanffy modificada para considerar las variaciones estacionales en el crecimiento, así como la curva que se genera a partir de ella, se presentan en las figuras 2, 3 y 4. La tabla 5 muestra la relación longitud-edad para los tres casos.

Se debe hacer notar que el criterio de ajuste de los parámetros estimados a la muestra está constituido por la razón ESP/ASP que tiende a un máximo de 1 cuando el ajuste es óptimo. En este estudio, el valor no es mayor de 0.2 en ningún caso. La figura 8 representa un gráfico auximétrico que muestra la relación entre K y $\log W_{\infty}$ para diferentes poblaciones explotadas de camarón. Según Pauly *et al.* (1984), existe un área de convergencia que asocia especies del mismo género. Los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos aquí para hembras, machos y la población total caen dentro del área comprendida para el género *Penaeus*.

En la tabla 6 se muestran los valores de las tasas de mortalidad total (Z), por pesca (F) y natural (M). Los valores de Z para sexos combinados así como para machos y hembras por separado resultaron ser muy elevados, y de aquí que las estimaciones de F resulten igualmente muy grandes, ya que estas últimas fueron obtenidas por la diferencia $Z - M$.

La mortalidad natural estimada por la técnica de Pauly (1983), que considera como principal causa de M a la temperatura media de la columna de agua, arrojó cifras congruentes y similares para los tres casos. La tasa de explotación E dada por la razón F/Z da cuenta de un recurso que soporta una intensa actividad pesquera si se toma en cuenta que: si $E > 0.5$, entonces el recurso presenta características de sobreexplotación (Gulland 1971). Las figuras 5, 6 y 7 representan las curvas de captura mediante las cuales se estimó Z .

DISCUSION

CRECIMIENTO

Dos son los criterios que pueden ser utilizados para evaluar los resultados. El primero está en función del ajuste de los parámetros a la base de datos utilizados en este estudio y el segundo tiene que ver con la exactitud con que estos parámetros se ajustan a la población real, o sea, la precisión del método empleado.

En el primer caso el nivel de confianza o índice de ajuste está representado por la razón ESP/ASP que tiende a la unidad cuando el ajuste es óptimo. En este estudio esta razón no va más allá de 0.2 en ningún caso. La representatividad de la población en la serie de muestras es una determinante común en la totalidad de los métodos de evaluación de pesquerías y depende totalmente de la calidad del muestreo.

Hoeing *et al.* (1987), señalan que para tener muestras confiables se debe tomar en cuenta la uniformidad en la frecuencia de muestreo y el periodo de agregación de los datos. No obstante, existen razones por las cuales no hay tal uniformidad. Tales razones están en función de diversos factores climáticos y meteorológicos frecuentemente adversos para la pesca como los nortes, las tormentas tropicales y los huracanes que no hacen posible la navegación. No obstante, aún cuando algunos buques pesqueros cuentan con equipo para monitorear los bancos de camarón, la mayoría de las veces las embarcaciones operan con cierto grado de azar en zonas donde, además, la topografía del fondo sobre el cual se efectúa el arrastre es muy accidentada.

Por otro lado, la disponibilidad del recurso no es constante durante todo el año en las mismas áreas pues existe una distribución geográfica y batimétrica heterogénea de tallas y sexos (Porrás-Ruiz, 1994) probablemente debido a patrones de migración muy dinámicos que hacen sumamente difícil la representación real de la estructura de la población en los histogramas de frecuencia de longitudes (García y Le Reste 1986). Estos mismos autores proponen que un muestreo estratificado superaría estos inconvenientes. En este caso, considerando las distintas áreas de operación descritas por Porrás-Ruiz (1994) donde se establecen diferencias en talla y proporción de sexos entre zonas de operación. Sin embargo esto no es factible por razones económicas. Ya que el flete y equipamiento de un barco de investigación sale del presupuesto de las instituciones encargadas de tales estudios.

No obstante todas las desventajas que representa el uso de los paquetes de evaluación pesquera basados en modelos matemáticos que involucran supuestos y condiciones que difícilmente se cumplen en la realidad ya señalados, su implementación sigue siendo una herramienta muy útil pues aunque no aporte resultados exactos, estos pueden tomarse como una aproximación al fenómeno estudiado y desde este punto ser analizados con reserva.

Otro punto de análisis en relación con el bajo valor obtenido en la razón ESP/ASP lo representa el mismo concepto de ASP. Este concepto sugiere modas representando grupos de edad enfatizados por una previa reestructuración de las muestras de frecuencias de longitud. A cada moda se le asigna una puntuación positiva. Estos grupos de edad enfatizados sirven para que el programa siga una progresión modal en el tiempo que resultaría en la curva de crecimiento que mejor se ajusta al conjunto de muestras.

Si la especie estudiada fuese de reproducción anual con un sólo periodo de reclutamiento, entonces la razón ESP/ASP resultaría muy alta. Pero en el caso del camarón rojo, que mantiene un reclutamiento que dura prácticamente todo el año variando en intensidad, los puntos ASP son múltiples, esto es, que existen cohortes con diferente origen espacio-temporal representadas en el conjunto de muestras con diferentes valores en sus parámetros y por tanto distintas curvas de crecimiento. Este hecho hace que la puntuación ESP/ASP se fragmente.

El segundo enfoque de evaluación a considerar es la exactitud con que los parámetros obtenidos describen a la población real deduciendo ciertos aspectos de su dinámica. La importancia de lo anterior radica en que una de las principales ventajas del modelo de crecimiento de von Bertalanffy es, exceptuando t_0 , el significado biológico de sus variables. Aunado a esto, la ecuación modificada para considerar las variaciones estacionales durante el crecimiento que representan los estimadores C y WP pueden aportar información con la cual se pueden vislumbrar aspectos de la dinámica de la especie y puede servir de base para estudios más detallados.

Según los resultados, *Penaeus brasiliensis* al igual que todos los peneidos tiene un crecimiento rápido, sin embargo sufre fuertes variaciones en su crecimiento. Aunque generalmente se ha dado en considerar a la estacionalidad en el crecimiento como una función del descenso de la temperatura, para aguas tropicales esta oscilación puede estar asociada a la época de tormentas tropicales (Moreau, 1987).

Al respecto, de la Lanza (1991) describe tres zonas matrices de formación de huracanes en el Caribe mexicano: el Caribe oriental, el Caribe occidental y la región del Atlántico Tropical. Al parecer los huracanes formados en la región occidental son los que afectan más a la especie ya que se desarrollan durante junio y julio época en que en este estudio se identificó el menor crecimiento y se repiten a finales de septiembre, octubre y noviembre. Generalmente, las tormentas viajan hacia el noreste o hacia el noroeste atravesando la Península de Yucatán afectando toda el área de operación de la flota.

Las observaciones anteriores deben tomarse con reserva por dos situaciones: 1) las consideraciones hechas en tomo al muestreo y 2) la confiabilidad con que el programa ELEFAN reproduce los parámetros reales de la población.

Hampton y Majkojsky (1987) y Rosenberg y Bedington (1987), han probado la exactitud con que ELEFAN reproduce los parámetros de crecimiento de muestras creadas por simulación en donde los valores ya se conocen. Estos autores encuentran que el método tiende a subestimar K entre un 16-36% y a sobreestimar L_{∞} entre un 2-12% por efecto de la selectividad de los artes de pesca en función de la talla y a la alta variabilidad de longitud en individuos de la misma edad. Este último factor está relacionado muy estrechamente con los patrones de reclutamiento (microcohortes de diferente origen espacio-temporal, periodo de tiempo en el que se lleva a cabo el desove y la eclosión, y las condiciones climáticas que actúan sobre estos dos procesos). Castro y Erzini (1988) sugieren que para planear estrategias de muestreo y analizar los datos mediante el uso de este programa se debe de tener una idea clara de la magnitud del reclutamiento así como de los patrones de migración.

No obstante las implicaciones anteriores que supondrían un porcentaje de sesgo en la estimación de los parámetros de crecimiento (no cuantificado), la validez de estos datos se podría reflejar en la tabla 5 de talla-edad obtenida de la ecuación 2. En ella se advierte que, aún considerando la estacionalidad, la población en conjunto alcanzaría las tallas de mayor valor comercial (mayores a 12 cm. con cabeza) antes del año de edad. Un patrón muy semejante se observa en la población de individuos hembras. En los machos se encontrarían los valores más sesgados (K subestimada) si se toma en cuenta que generalmente éstos crecen con mayor rapidez que las hembras, hecho que no se refleja en esta situación.

Arreguín-Sánchez (1981b) y Soto *et al.* (1991, 1992, 1993 y 1994) obtuvieron valores de K y L_{∞} para la misma especie en la misma área de estudio a partir de muestreos en empacadoras (tabla 7).

En todos los casos el parámetro K resulta mayor al obtenido en este estudio y L_{∞} se mantiene dentro de los límites ya estimados cuando se considera a la población total. En el caso de hembras y machos, al contrastar los resultados con los obtenidos por Arreguín-Sánchez (1981b), no se encontró ninguna similitud puesto que los valores de K son más altos al igual que L_{∞} . Esta diferencia podría explicarse por los métodos empleados. Este autor utilizó el método de Cassie que hace un tanto difícil la identificación de puntos de inflexión en el gráfico de probabilidad que vendrían a representar a los grupos de edad presentes en la distribución, lo que hace al método menos objetivo que el utilizado en este estudio. Las estimaciones hechas por Soto (1994), resultan más aproximadas.

El parámetro K estimado por este último autor, es apenas un poco mayor excepto en 1991, y L_{∞} varía de 21 a 27 cm. Sin embargo ese análisis no se consideran los parámetros de crecimiento estacional y sus datos también provienen de muestreos en empacadora, lo que implica una previa selección por tamaños aparte de que no se mide la longitud total del organismo puesto que este ya fué descabado durante el viaje.

Por otra parte Pauly *et al.* (1984) analizaron 16 conjuntos de muestras de longitud de camarones peneidos provenientes de diferentes partes del mundo y obtenidos en diferentes épocas. El gráfico auximétrico representado en la figura 8 muestra que para pares de valores de K y $\log W_{\infty}$ ($W_{\infty} = 0.008 L_{\infty}^3$) existe un área de convergencia que agrupa a las especies emparentadas más directamente. Los valores encontrados en este estudio caen muy cerca y aún dentro del área correspondiente al género *Peneus*, lo que representaría un punto a favor de este análisis.

MORTALIDAD

La tasa de mortalidad total es mayor para la población de hembras en comparación con la de los machos. Al considerar toda la población, este parámetro aumenta como consecuencia de la mezcla de longitudes. La mortalidad natural es similar entre hembras y machos, sin embargo al comparar la mortalidad por pesca esta aumenta en más de dos unidades (años^{-1}).

Es evidente que las hembras soportan un mayor esfuerzo pesquero. Porras-Ruiz (1994) encuentra una proporción en las capturas comerciales de hembras y machos de 1.5-1 en promedio.

La mortalidad total de la población en su conjunto, aumenta con respecto a cualquiera de los sexos por separado pues en este último caso existe una mezcla de tallas que hace que el método de la curva de captura sobreestime Z debido a su vulnerabilidad a fuertes variaciones de talla a la misma edad.

Si consideramos que: 1) la mezcla de sexos proporciona un sesgo en sí, porque las hembras y los machos difieren en longitud a la misma edad y, 2) los organismos del mismo sexo representados en una tabla de frecuencias de longitud provienen de numerosas cohortes con diferente origen espacio-temporal y por lo tanto la variación de talla a la misma edad es alta, entonces la desviación involucrada en la estimación de Z resulta elevada.

Hampton y Majkojsky (1987) consideran que la sobreestimación de Z alcanza un nivel del 20% cuando se utiliza este método en pesquerías donde existe selección de tallas y reclutamiento continuo como en este caso. De esta manera la Z disminuiría de 6.91 a 5.53.

Arreguín-Sánchez (1981b, 1981c) estimó los coeficientes de mortalidad para la misma especie en la misma zona durante los años de 1971 a 1978 utilizando datos de captura y esfuerzo provenientes de la flota mexicana obteniendo un valor promedio de 0.32 mes^{-1} o 3.84 año^{-1} lo que sugiere un aumento en el esfuerzo pesquero pues la estimación de la mortalidad por pesca (M) de este mismo autor coincide exactamente con la obtenida en este análisis (2.0259 y 2.02 año^{-1} respectivamente).

Lo anterior se ratifica al analizar la tabla 8 de esfuerzo y captura de los años 1980 a 1993. En esta tabla queda claramente establecido el aumento del esfuerzo y la consiguiente disminución de la captura por unidad de esfuerzo.

Otro indicador que denota el aumento del esfuerzo es la tasa de explotación, ya que aún corregida la sobreestimación en Z es superior a 0.6 mientras que Arreguín-Sánchez (1981c) la estima en 0.13.

CONCLUSIONES

Debido a que no se hizo una clara diferenciación de las modas presentes en las frecuencias de longitud se deduce que la estructura de longitudes de la población es una mezcla de cohortes con diferente origen espacio-temporal, existiendo, por tanto, variabilidad de tallas a la misma edad que se refleja en el bajo valor del índice de ajuste del método.

Se detectó una fuerte variación estacional en el crecimiento de la especie que coincide con la temporada de tormentas tropicales. La época de la año en que el crecimiento es menor o bien no existe se identificó durante el periodo de junio y julio.

La estimación de L_{∞} y K es consistente con las reportadas para otras especies del género *Penaeus* y es más objetiva que las reportadas anteriormente para la misma especie en la zona. Según estos parámetros la especie alcanza tallas comerciales alrededor del año de edad.

La mortalidad total Z ha aumentado como consecuencia del aumento en el esfuerzo pesquero, siendo la población de hembras la que presenta una mayor mortalidad por pesca, mientras que la mortalidad natural ha permanecido constante desde su última estimación en 1971.

La tasa de explotación sugiere que el recurso está sobreexplotado.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y al análisis de estos, se sugiere seguir estimando los parámetros de crecimiento y mortalidad para actualizar o corroborar los presentados en este estudio con la finalidad de evaluar la variación que existe entre la misma población y asociar esta ya sea a fluctuaciones ambientales, migraciones de la población, dinámica de la flota o cambios en el esfuerzo pesquero. Asimismo es necesario investigar sobre los sitios de crianza, época de reproducción y principalmente los ciclos de reclutamiento para poder contar con la información biológica básica que permita proponer esquemas integrales de manejo.

LITERATURA CITADA

- Allen, M. y A. Jones, 1974. Contoy shrimp fishery. Unit fishery description. Nat. Mar. Fish. Serv NOAA. Miami.
- Araneda, V. G. y F. Ortiz de Ora. 1986. Opinión Técnica sobre la factibilidad de cultivo de camarón en la zona norte del estado de Quintana Roo. Doc. Int. CRIP Puerto Morelos, Quintana Roo. INP. Sría. de Pesca.
- Araneda, V. G. 1990. Utilización de *Leucaena leucocephala* en dietas balanceadas para camarones peneidos. Inv. Mar. CICIMAR, México. 5(1):39-46
- Araneda, V. G. y R. Fanjul de Verger. 1992. Informe Técnico sobre el proyecto de cultivo de camarón en el CRIP de Pto. Morelos, Q. Roo, Doc. Int. CRIP Pto. Morelos, Quintana Roo. INP. Sría. de Pesca.
- Arreguin-Sánchez, F., 1981a. Criterios fundamentales para la administración de la pesquería de camarón en el estado de Quintana Roo, México; VII Simposio Latino-Americano sobre Oceanografía Biológica; Acapulco, México.
- Arreguin-Sánchez, F., 1981b. Tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de las costas de Quintana Roo, México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca. Depto. Pesca. México 1(1):61-70.
- Arreguin-Sánchez, F., 1981c. Diagnósis de la pesquería de camarón de rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Quintana Roo México. An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx., 25:39-77.
- Arreguin-Sánchez, F., (En prensa) Relaciones biométricas del camarón rojo *Penaeus brasiliensis* Latreille 1817, en las costas del Caribe Mexicano.
- Brey, T. y D. Pauly. 1986. Electronic Length Frequency Analysis. A revised and expanded user's guide. ICLARM contribución 261: 49p.
- Cabrera, M., 1992. Curso sobre dinámica de poblaciones de peces. INP-CINVESTAV Unidad Mérida. Manuscrito.
- Castro, M. y K. Erzini, 1988. Comparison of two length frequency based packages for estimating growth and mortality parameters using simulated samples with varying recruitment patterns. Fish Bull.: 88 (40): 645-653.
- García, S. y L. Le Reste, 1986. Ciclos vitales, Dinámica, Explotación y Ordenación de las Poblaciones de Camarones Peneidos Costeros. Fao Doc. Tec. Pesca, (203):181p.

- Gayanilo, F., P. Sparre y D. Pauly, 1993. The FiSAT user's guide. Computerized information series. Fisheries 99. ICLARM. DIFMAR. 383 p.
- Gulland, J. A. 1971. Manual of Methods for Fish Stock Assessment. Part I. Fish Population Analysis. *Fao Fish. Tech. Pop.* (40):68p.
- Haughton, J. y J. Majkowsky, 1987. An examination of reliability of the ELEFAN computers programs for length-based stock assessment. Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 203-216 p.
- Hoening, J. M., J. Csierke, M. J. Sanders, A. Abella, M. G. Andreoli, D. Levi, S. Ragonese, M. Al-Shousani y M. M. El-musa. 1987. Data acquisition for length-based stock assessment: report of working group Y, p. 343-352. In D. Pauly y G. R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceeding 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- Lanza, E. G. 1990. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT editores. Cap. 1, D. F. México.
- Lindner, J., 1971. Shrimp resources of the Caribbean Sea and adjacent regions. *FAO Fish Rep.* 2(71):149-156-
- MacDonald, P. D. M. y T. J. Pitcher, 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 987-1001. Ontario, Canada.
- Margalef, R., 1977. *Ecología*. 2ª, Editorial Omega. pp 583-586; Barcelona, España.
- Merino, M. Y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos-Quintana Roo. Editado por el Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, 89p.
- Merino, M. J., 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán. Tesis Doctoral. Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. México D. F. 255p.
- Moreau, J., 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: Recent trends and Further developments. In *The Age and Growth of Fish*, edited by Robert C. Summerfelt and Gordon E. Hall. Iowa, U. S. A. p:81-113
- Pauly, D. y G Gashütz, 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. ICES. Demersal Fish Comitee CM 1979/G:24:26p.
- Pauly, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's Growth Formula. *Berichte ausdem Institute für Meereskunde* 63, Kiel University, Western Germany.

- Pauly, D. y N. David. 1980. A BASIC program for the objective extraction growth parameters from length frequency data. ICLARM, Metro Manila, Philippines 14 p.
- Pauly, D. y N. David, 1981. ELEFAN I: User's instruction and program listing. ICLARM; Metro Manila, Philippines. 28 p.
- Pauly, D. 1983 On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature. *In* Fishstock. J. Cons. CIEM, 39(2): 175-192.
- Pauly, D., J. Ingles and R. Neal. 1984. Application to shrimp stock of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment related parameters from length-recuency data (ELEFAN I y II). En Gulland, J. A. y B. I. Rostchild (Eds.) Penaeid shrimp: their biology and management fishing. News Books Ltd. Farnham, G.B.: 220-234.
- Pérez-Farfante, I., 1969. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. Fish. Bull. 67(3):461-591.
- Pérez-Farfante, I., 1970. Características diagnósticas de los juveniles de *Penaeus aztecus subtilis*, *P. duorarum motalis* y *P. brasiliensis* (Crustacea: Decápoda). Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle 30(3):159-182.
- Pérez-Farfante, I., 1971. Range extension of the shrimp *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817, (DECAPODA, PANAFIDAE). Bull. Mar. Science. 21 (3): 745-747.
- Petersen, C. G. J., 1892. Fiskensbiologiske forhold i Holboek Fjord. 1890-91. Beret. Danske. Biol. Sta. 1890(91). 1:121-183.
- Porras-Ruiz, R. 1994. Localización de los sitios de captura comercial de camarón de roca *Sicyonia brevirostris* y rosado *Penaeus brasiliensis* en el área de Contoy, Quintana Roo. INP-UNAM, FES-ZARAGOZA.
- Rosenberg, A. A. and J. R. Beddington. 1987. Monte-Carlo Testing for two Methods for estimating growth from length-frequency data with general conditions for their applicability, p. 283-289. In D. Pauly and G. R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceeding 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- Sandoval-Quintero, M. 1993. Determinación de la madurez gonadal del camarón rojo *Penaeus brasiliensis* Latreille 1817, en la zona de Contoy, Quintana Roo. Proyecto de Tesis de Maestría. CRIP-Pto Morelos, Q. R. Inst. Nal. de la Pesca. SEPESCA, Fac. Ciencias, UNAM.
- Schnute, J. y D. Fournier, 1980. A new approach to length-frequency analysis: growth structure. Fish. Res. Board Can. 37:1337-1351.

- Sheperd, J. G., 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters for length composition data. Length-based methods in fisheries research ICLARM Conference Proceedings 13, p. 113-119.
- Sepúlveda, A., 1981. Estimación de la Mortalidad total y por pesca del camarón blanco *Penaeus vannamei* en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sim. Durante la temporada 76-77 Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca. México 1(1):71-90.
- Soto, A. F., B. D. Gómez y V. S. Mendicuti. 1991. Diagnóstico de la pesquería del camarón en el estado de Quintana Roo. Doc. Int. CRIP-Puerto Morelos, Quintana Roo. Inst. Nal. de la Pesca. SEPESCA
- Soto, A. F., B. D. Gómez y V. S. Mendicuti. 1993. Propuesta de Veda en la Zona de Contoy. Doc. Int. CRIP Puerto Morelos, Quintana Roo. Inst. Nal. de la Pesca. SEPESCA
- Soto, F. A., M. S. Quintero, F. A. Salazar, B. D. Gómez y V. S. Mendicuti. 1994. Investigaciones Biológico-Pesqueras del Camarón en el Caribe Mexicano. Informe Final. Inst. Nal. de la Pesca. SEPESCA
- Wolff, M., 1989. A proposed method for standarization of the selection of class intervals for length frequency analysis. Fishbyte, 7:5
- Yong, M. y R. Skillman, 1975. A computer program for analysis of polymodal frequency distributions (ENORMSEP), FORTRAN IV. Fish. Bull. NOAA/NMFS. 73(3):54

Tabla I. Frecuencias de longitud de la población de machos de camarón rojo *P. brasiliensis* tomadas en altamar durante los años de 1992 y 1993 en la zona de Contoy, Quintana Roo.

LONG mm	1992			1993											
	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
50			5												
55			0									3		2	
60			0									0		0	
65			2									0	1	0	
70			1						1			0	0	0	
75			2	1	0				2			0	0	0	
80			13	5	2				2	1	1	0	0	0	
85	9		26	29	17	2		1	4	0	1	0	0	0	
90	4	1	51	60	43	29	2	55	1	1	0	0	0	0	
95	12	0	95	71	51	67	7	131	3	4	2	1	0	1	
100	22	5	150	74	59	104	41	146	1	6	4	3	4	6	
105	20	3	138	89	69	64	44	82	1	13	6	8	8	7	
110	15	7	252	111	66	78	46	63	8	17	13	21	9	19	
115	18	14	180	167	79	51	18	67	1	24	21	21	6	19	
120	20	7	233	155	93	88	17	52	9	39	16	21	17	20	
125	40	23	152	139	87	74	26	115	14	52	12	20	17	22	
130	34	16	179	102	76	134	50	192	40	95	21	20	16	28	
135	58	22	85	63	43	71	26	150	38	105	16	18	24	15	
140	36	11	129	49	25	46	9	78	23	114	30	42	10	46	
145	54	9	78	31	9	22	3	27	6	48	22	53	9	20	
150	28	5	94	22	6	31	3	9	1	17	5	47	11	6	
155	58	1	98	11	9	16	3		0	8	1	32	3	10	
160	2	0	107	4	2	13	0		0	4	0	2	7	13	
165	3	1	50	1	2	16	1		1	1	0	2		2	
170			53	2		2	2				1	0		2	
175			17												
180			9			9					1	0		2	
185			9									0			
190			2									1			
195			1									3			
												6			

Tabla 1. Parametros de crecimiento obtenidos a partir del programa ELEFAN para la población de *Penaeus brasiliensis* considerando machos, hembras y ambos.

	L_{∞} cm.	K año ⁻¹ /mes ⁻¹	C	WP	t_0 meses	t_5	n	Rn ESP/ASP
MACHOS	20.2	1/0.0833	0.8	0.4	-0.285	-0.1	8,682	0.178
HEMBRAS	22.89	1.08/0.09	0.64	0.47	-0.372	-0.03	10,630	0.159
AMBOS	24	1.29/0.1075	0.85	0.5	-0.343	0	19,312	0.172

L_{∞} representa la talla asintótica a que tiende la especie.

K es la tasa instantánea de crecimiento.

C es la amplitud en la estacionalidad del crecimiento.

WP representa la época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe.

t_0 es la edad a la que la longitud del organismo es 0.

t_5 se obtiene como WP - 0.5.

n es el número de individuos medidos.

Tabla 2. Tasas instantáneas de mortalidad total (Z), por pesca (F) y natural (M).

	r	I.C.	Z años ⁻¹ /mes ⁻¹	F años ⁻¹	M años ⁻¹	E
MACHOS	-0.951	3.81-5.27	4.54/0.378	2.75	1.79	0.605
HEMBRAS	-0.963	5.19-6.64	5.92/0.493	4.22	1.7	0.713
AMBOS	-0.906	5.25-8.56	6.91/0.575	4.89	2.02	0.708

r representa el coeficiente de correlación de la regresión mediante la cual se estimó Z en la curva de captura.

I.C. representa el intervalo de confianza para la pendiente de la recta (Z).

Tabla 3. Longitud en función de la edad para la población de *Penaeus brasiliensis* considerando machos, hembras y a la población total. Los valores se obtuvieron mediante la ecuación de von Bertalanffy modificada para contemplar la variación estacional en el crecimiento.

EDAD	MACHOS	HEMBRAS	AMBOS
t (meses)	L_t (cm)	L_t (cm)	L_t (cm)
1	2.27	2.857	3.539
2	3.885	4.756	5.902
3	5.345	6.475	7.991
4	6.691	8.030	9.840
5	7.908	9.439	11.475
6	9.015	10.714	12.921
7	10.22	11.868	14.200
8	10.939	12.912	15.331
9	11.773	13.858	16.332
10	12.532	14.714	17.218
11	13.222	15.498	18.001
12	13.851	16.190	18.693
13	14.423	16.825	19.306
14	14.93	17.400	19.848
15	15.416	17.920	20.327
16	15.847	18.391	20.751
17	16.239	18.818	21.126
18	16.596	19.204	21.458
19	16.92	19.553	21.752
20	17.216	19.869	22.011
21	17.485	20.156	22.241
22	17.729	20.415	22.444
23	17.952	20.649	22.624
24	18.154	20.862	22.783
25	18.338	21.054	22.923

t = tiempo en meses

L_t = longitud al tiempo t en cm.

Tabla 4. Valores de los parámetros de crecimiento obtenidos para el camarón rojo en años anteriores por diferentes autores.

Año	L_{∞}	K	t_0	Sexo	Autor
1981	26.6	0.251	-0.2826	H	Arreguin-Sánchez
	21.6	0.1704	-0.3406	M	
	22.8	0.2765	-0.2461	A	
1983	26.1	0.13		A	Soto et al.
1984	26.3	0.11		A	
1986	26.3	0.13		A	
1987	24.1	0.16		A	
1988	26	0.13		A	
1989	23.9	0.11		A	
1990	23.9	0.14		A	
1991	27.6	0.43		A	
1992-93	22.89	0.09	-0.285	H	Este estudio
	20.2	0.0833	-0.372	M	
	24	0.1075	-0.343	A	

H = Hembras.

M = Machos.

A = Ambos: Hembras + Machos

Tabla 5. Producción de camarón rojo en la zona de Contoy, Quintana Roo.

AÑO	PRODUCCION (toneladas)	ESFUERZO (días)	CPUE (ton/día)
1980	269.6	1153	0.25
1981	248.0	1714	0.14
1982	196.3	1612	0.12
1983	114.3	666	0.17
1984	308.7	2171	0.14
1985	474.3	3967	0.11
1986	396.7	2292	0.17
1987	405.1	4019	0.10
1988	158.2	1800	0.08
1989	208.6	2396	0.08
1990	109.4	1864	0.05
1991	248.9	2103	0.11
1992	275.1	2162	0.12
1993	345.4	4650	0.07

La producción está dada en toneladas, el esfuerzo en días y la CPUE en ton/día. Tomada de Soto et al. (1993).

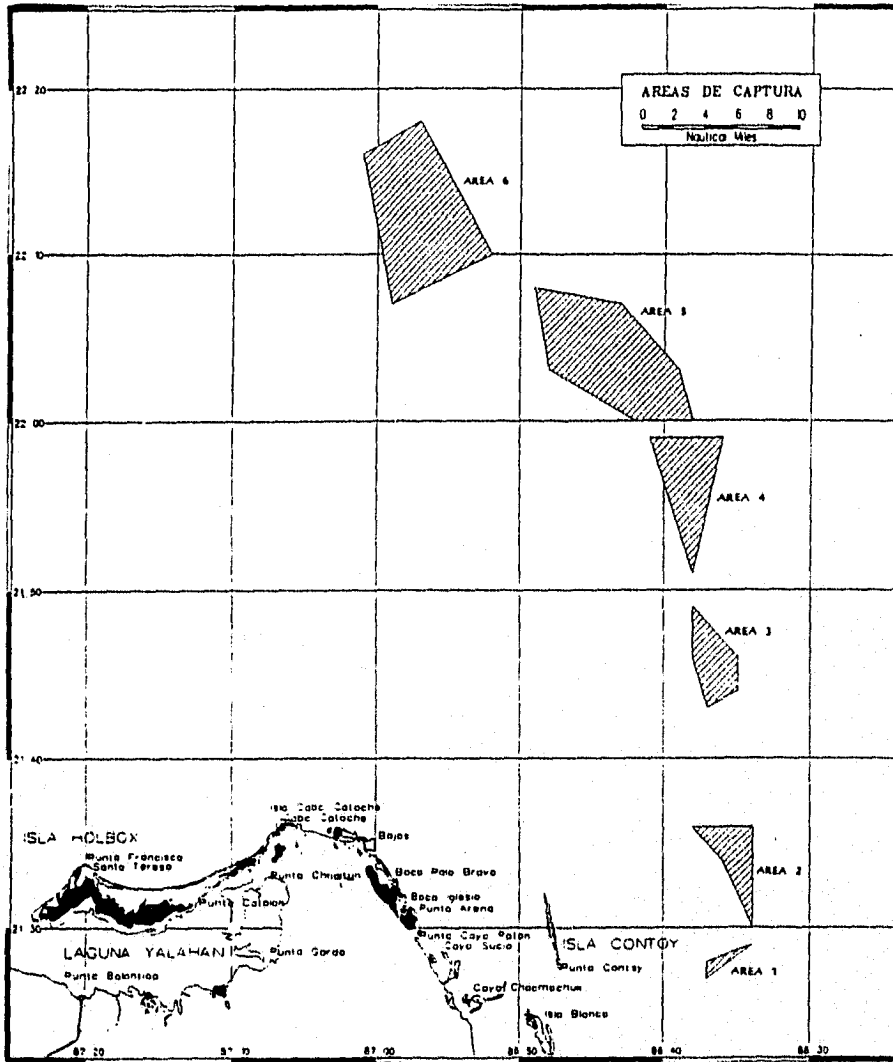


Figura 1. Sitios de captura comercial en la zona de Contoy Quintana Roo.

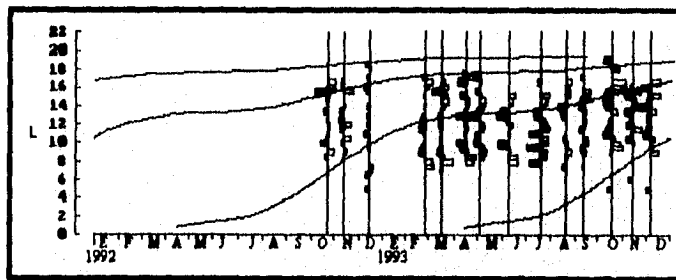


FIGURA 2. Curva de crecimiento para la población de machos de *Penaeus brasiliensis* obtenida con el método ELEFAN.

ESTA TESIS NO DEBE
SER DE LA BIBLIOTECA

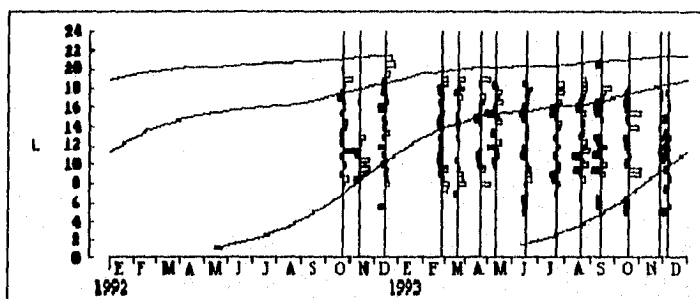


FIGURA 3. Curva de crecimiento para la población de hembras de *Penaeus brasiliensis* obtenida con el método ELEFAN.

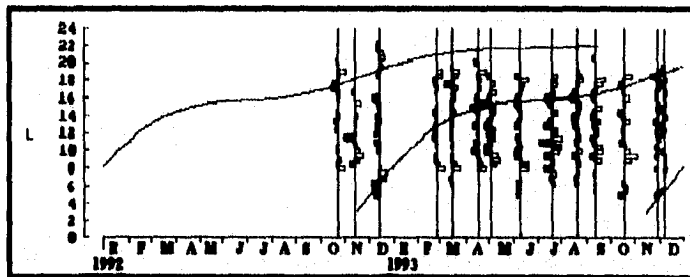


Figura 4. Curva de crecimiento para la población total de *Passalus brullei* obtenida con el método ELEFAN.

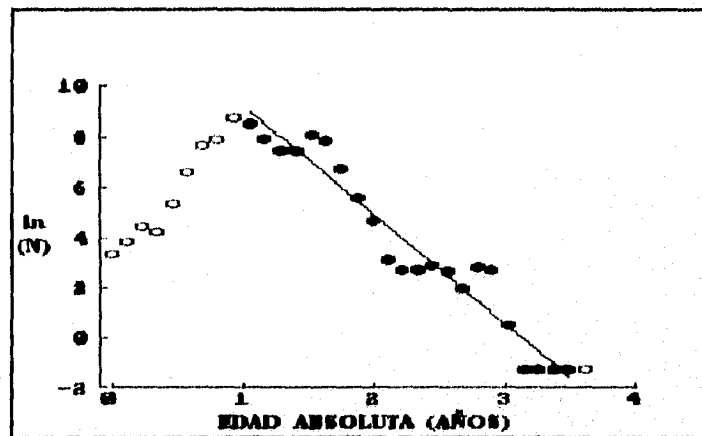


FIGURA 5. Curva de captura para la estimación de Z en la población de machos de *Penaeus brasiliensis*.

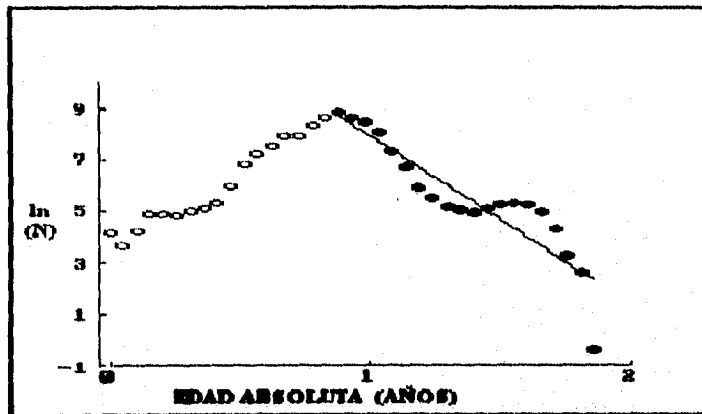


FIGURA 6. Curva de captura para la estimación de Z en la población de machos de *Penaeus brasiliensis*

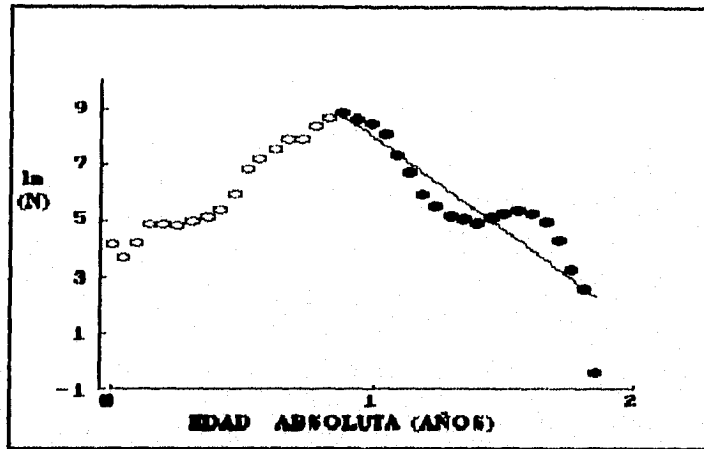


FIGURA 7. Curva de captura para la estimación de Z en la población total de *Penaeus brasiliensis*.

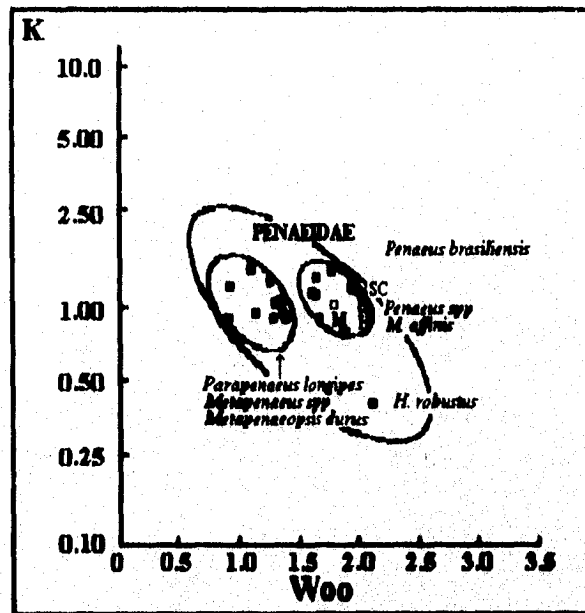


FIGURA 11. Gráfico semi-logarítmico que muestra la relación entre K y Woo para diferentes stocks de camarones penaeidos. La figura incluye el lugar donde caen los valores de este estudio.