



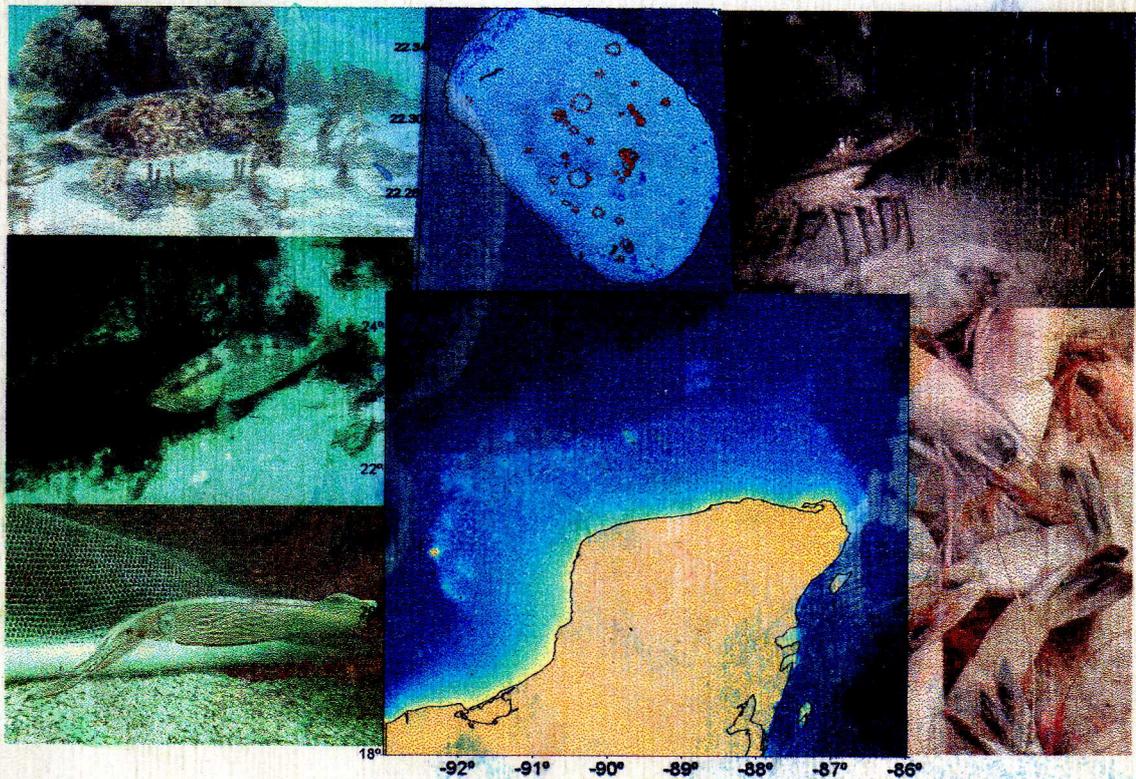
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE
RECURSOS NATURALES Y PESCA



INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION PESQUERA
YUCALPETEN, YUCATAN, MEXICO

CONTRIBUCIONES DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
AL XII CONGRESO NACIONAL DE OCEANOGRAFÍA

1491 x 9/17
7/6



DOCUMENTO TECNICO 8

AGOSTO 2000

PRESENTACION

DIRECTORIO

JULIA CARABIAS LILLO

**SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE RECURSOS
NATURALES Y PESCA**

ANTONIO J. DIAZ DE LEON CORRAL

PRESIDENTE DEL INP

MAURICIO GARDUÑO ANDRADE

DIRECTOR DEL CRIP-YUCALPETÉN

CONTENIDO

PRESENTACION

Los Documentos Técnicos son una serie que se produce en el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén del Instituto Nacional de la Pesca (SEMARNAP), con el fin de dar a conocer los trabajos de investigación relacionados con las pesquerías que se llevan a cabo en el Estado. Esta serie es una edición limitada que se distribuye principalmente dentro del INP, en otras áreas de la SEMARNAP, Universidades y otros Centros de Investigación, así como a colegas que trabajan en la región con especies comunes. Este número se ha integrado con algunos de los trabajos en extenso, que fueron presentados en el XII CONGRESO NACIONAL DE OCEANOGRAFIA realizado en Huatulco, Oaxaca del 22 al 26 de mayo del 2000. Los trabajos son una muestra amplia de los recursos pesqueros con los que se trabaja en la región. Pesquerías bien establecidas, como la langosta y el mero, recursos potenciales como el camarón y el calamar, así como recursos que están bajo protección especial por haber sido sobreexplotados como es la tortuga marina. La problemática general de las pesquerías es abordada: con modelos matemáticos para la evaluación de poblaciones (langosta, camarón y tortuga), análisis de las artes de pesca (langosta y calamar), además del uso de herramientas más modernas como son las imágenes de satélite para la evaluación de recursos.

LOS AUTORES.

CONTENIDO

- 1 **ESTIMACIÓN DE DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA LANGOSTA ESPINOSA (*Panulirus argus*) EN EL ARRECIFE ALACRANES UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.** Javier Bello P., G. Verónica Ríos L., Ma de los Angeles Liceaga C., Carlos E. Zetina M., Patricia Arceo B., Kenneth Cervera C. y Héctor Hernández N. 1-15
- 2 **EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA LANGOSTA DE LA COSTA DE YUCATÁN Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE LA TALLA MÍNIMA SOBRE LA BIOMASA Y LA CAPTURA.** G. Verónica Ríos L., C. E. Zetina M. y P. Arceo B. 16-26
- 3 **ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE LANGOSTA (*Panulirus argus*) CAPTURADA CON TRAMPAS, EN LAS INMEDIACIONES DEL ARRECIFE ALACRANES, YUCATÁN, MÉXICO.** Kenneth Cervera C., G. Verónica Ríos L., C. E. Zetina M., Javier Bello P. y Patricia Arceo B. 27-32
- 4 **CRECIMIENTO Y RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL MERO (*Epinephelus morio*) EN EL BANCO DE CAMPECHE.** Carmen Monroy G., Víctor Moreno., Alvaro Hernández F. y Carlos Mena G. 33-43
- 5 **MODELO POBLACIONAL DE TORTUGA DE CAREY (*Eretmochelys imbricata*) EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.** Mauricio Garduño A. y Carmen Monroy G. 44-54
- 6 **APLICACIÓN DE UN MODELO DE CAPTURA POR EDADES (CAGEAN) PARA EVALUAR LA POBLACIÓN DE *Penaeus brasiliensis* QUE INGRESA AL SISTEMA LAGUNAR-ESTUARINO DE RIO LAGARTOS YUCATÁN.** Alvaro Hernández F., David E. De Anda F. y Patricia Arceo B. 55-78
- 7 **ASPECTOS GENERALES DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL CALAMAR (*Loligo plei* y *Sepioteuthis sepioidea*) EN EL BANCO DE CAMPECHE, MÉXICO.** Manuel Solís-Ramírez., Alvaro Hernández F., Mauricio Garduño., Francisco Ramírez y Luis Pacheco R. 79-89

ESTIMACION DE DENSIDAD Y DISTRIBUCION DE LA LANGOSTA ESPINOSA *Panulirus Argus* EN EL ARRECIFE ALACRANES UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA.

Javier Bello P.¹, Verónica Ríos L.¹, María de los A. Liceaga C.², Carlos Zetina M.³,
Patricia Arceo B.¹, Kenneth Cervera C.¹ y Héctor Hernández N.²

¹Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén. A.P. 73 Progreso, Yucatán, México.
e-mail: belloj@hotmail.com

²Centro de Investigación y Estudios Avanzados-Mérida A.P. 73 Cordemex, Mérida, Yucatán, México.

³Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán. A.P. 150. Cordemex.
Mérida, Yucatán, México.

RESUMEN

En este trabajo se hacen estimaciones de densidad, abundancia y biomasa de langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el arrecife Alacranes, al inicio y final de la temporada de pesca 1998-1999, basándose en un mapa de tipos de fondo obtenido del análisis de una imagen de satélite Landsat TM y datos de capturas referidos espacialmente. También se hace una descripción general de la distribución del esfuerzo pesquero en el arrecife durante la temporada de pesca. Los datos de campo provienen de 69 transectos llevados a cabo durante julio de 1998 y 184 durante febrero de 1999, realizados por medio de buceo libre y con compresor. En cada transecto se registró la posición inicial y final del mismo, la visibilidad estimada por el buzo, el tiempo de buceo y el número y peso abdominal de las langostas capturadas. Usando tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se calculó la frecuencia de transectos y el número de organismos capturados por tipo de fondo. Para cada una de las clases de tipo de fondo se calculó su área total y el área correspondiente a la proporción de hábitat preferencial de langosta. Considerando estas áreas y utilizando simulación Montecarlo se hicieron las estimaciones de densidad, abundancia y biomasa. La implementación de los estimadores se hizo en Visual-Basic de EXCEL. Los resultados permitieron estimar la abundancia, densidad y biomasa de langosta por tipo de fondo y total tanto al inicio como al final de la temporada; del mismo modo se observan diferencias en la distribución del esfuerzo pesquero al inicio y final de la temporada de pesca.

Palabras Clave: Arrecife Alacranes, *Panulirus argus*, Sistemas de Información Geográfica, Imágenes de Satélite, Evaluación de poblaciones.

INTRODUCCIÓN

El Arrecife Alacranes es un área natural protegida y a la vez una importante área de pesca de la cuál se extrae entre el 15 y 25% de la captura de langosta (*Panulirus argus*) del estado de Yucatán. La condición de área natural protegida y la vocación histórica de área de pesca para grupos de pescadores organizados, hace confluír en esa área intereses antagónicos: los orientados a la conservación y los que buscan el aprovechamiento de los recursos. En el marco del desarrollo sustentable se persigue la conciliación de ambos intereses y esta tarea puede ser más factible si se basa en los mejores conocimientos ya sea de naturaleza científica o que resultan de los grupos humanos que interactúan con el ambiente (Ríos *et al.* 1997). En este

↓
2001

marco se han desarrollado diferentes acciones orientadas a la estructuración e implementación de un plan de manejo del área natural protegida Arrecife Alacranes en el cuál participan grupos de usuarios así como diversas instituciones de investigación y gubernamentales; como parte de los trabajos que se están haciendo para el conocimiento de este sistema coralino, el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Yucalpetén ha llevado a cabo una serie de prospecciones con el fin de obtener estimaciones de densidad que son utilizadas en los modelos de evaluación de la población o bien en la medición de la capacidad de repoblación del hábitat (Ríos *et al.* 1995; Ríos *et al.* 1997; Ríos, 2000). Este trabajo, forma parte de una de las vertientes de investigación relacionadas a la evaluación y conocimiento de los recursos así como la adecuación de estrategias de aprovechamiento sustentable.

2001
La temporada de pesca de langosta inicia el mes de julio y termina el mes de febrero. En el área del Arrecife Alacranes participan cuatro Sociedades Cooperativas que operan con un total de doce embarcaciones mayores de 35 a 55 pies que funcionan como nodrizas de 5 a 7 pequeñas embarcaciones o "alijos" de 10 pies sin motor (alijos) o en embarcaciones de 16 y 18 pies con motor fuera de borda de 10 HP. Para extraer los organismos y dependiendo de la profundidad, se utiliza buceo libre y con compresor (hookah) dependiendo de la profundidad y usan un gancho o "bichero" como instrumento directo de captura (Ríos *et al.* 1996; Ríos *et al.* 1998). La aplicación del esfuerzo en el Arrecife Alacranes tiene un comportamiento muy parecido cada temporada de pesca, al principio de la temporada las embarcaciones se dirigen hacia la parte central del arrecife que presenta formaciones coralinas someras y con mayor probabilidad de brindar refugio a las langostas. Una vez agotado el recurso en el área central, hacia el final de la temporada, hay un desplazamiento de éstas hacia las zonas profundas al Noroeste y Sureste del arrecife, donde los refugios probables se encuentran más dispersos o bien a mayor profundidad.

La estimación de la densidad y del tamaño de la población de un recurso puede mejorar si se tiene conocimiento aproximado del tamaño del área en que se distribuye; esto en la práctica es muy difícil de lograr sin estudios extensivos de la zona. De manera reciente, herramientas tales como las imágenes de satélite y los sistemas de información geográfica (SIG), han sido incorporadas exitosamente a la evaluación y elaboración de mapas de hábitats costeros y marinos, para calcular la extensión del hábitat en que se distribuyen especies de importancia pesquera (Green *et al.* 1996). Esto ha permitido a algunos autores hacer estimaciones de la biomasa de especies que presentan una fuerte relación con un hábitat particular, entre los que se encuentran el caracol rosado (Jones y Stoner 1997) y la tortuga verde (Menges *et al.* 1997).

1998
La langosta presenta hábitos crípticos, demostrando preferencia por ciertos hábitats que le proporcionan refugio y generalmente cercanos a áreas donde pueden alimentarse (Herrera e Ibarzábal, 1995). Esto nos permite suponer que este tipo de herramientas pueden incorporarse en la evaluación de su población. Liceaga *et al.* (1997) en un primer intento de establecer áreas de distribución de la langosta en el arrecife Alacranes, relacionaron imágenes de satélite clasificadas de manera no supervisadas y datos de abundancia del recurso, obteniendo mayores densidades para las clases espectrales localizadas hacia el centro del arrecife, sin embargo no fue posible relacionar esta información con hábitats particulares. En el trabajo de Bello (1998) los diferentes tipos de fondo del arrecife Alacranes fueron identificados mediante el análisis de imágenes de satélite Landsat TM, obteniéndose un mapa temático a un nivel general.

El objetivo de este trabajo es estimar el tamaño y biomasa de la población de langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el Arrecife Alacranes al inicio y final de la temporada de pesca 1998-1999. La estimación está basada en el conteo de organismos en áreas de muestreo, el uso de mapas del tipo de fondo identificados mediante el análisis de imágenes de satélite Lansat TM y en un estimador que por métodos de cálculo intensivo incorpora incertidumbre en la estimación.

MÉTODOS

Área de estudio

El Arrecife Alacranes, se localiza a aproximadamente 130 Km al Norte de Puerto Progreso, Yucatán (Fig. 1), entre los 22° 21' 45" - 22° 34' 55" Norte y los 89° 36' 47" y 89° 47' 53" Oeste. Tiene una forma semielíptica cuyo eje mayor se encuentra orientado en dirección NNO - SSE, su longitud máxima es de 26.79 Km y su ancho es de 14.61 Km. Está constituido por una plataforma que se levanta desde los 50 m de profundidad y sus características morfológicas más sobresalientes las constituyen el Cantil y la Barrera de Barlovento; el Cantil Norte; el Cantil de Sotavento; la Meseta o Zócalo Arrecifal y las islas arenosas de pequeñas dimensiones conocidas como Isla Pérez, Pájaros, Chica, Muertos, Desterrada y Desaparecida (Bonet, 1967 ; De la Cruz *et al.*, 1993).

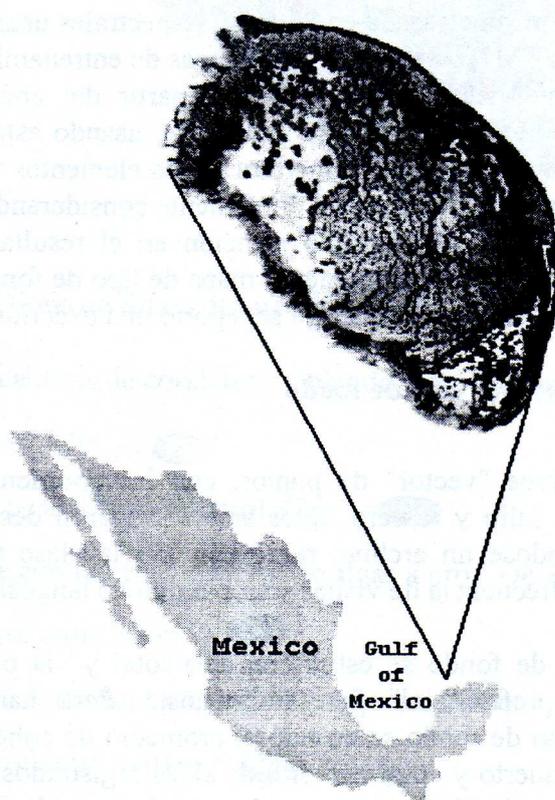


Figura 1. Localización geográfica del arrecife Alacranes.

Colecta de datos en el Arrecife Alacranes

Los datos de campo fueron obtenidos en dos campañas, una en el mes de julio de 1998 al inicio de la temporada de pesca y otra en el mes de febrero de 1999, al final de la misma. En ambos casos se siguió la dinámica de la pesquería acompañando a un barco durante sus jornadas de trabajo. Las observaciones se hicieron en áreas del fondo del arrecife revisadas por los buzos que en este trabajo se mencionan como transectos o áreas muestreadas. En la primera campaña se hicieron 69 transectos en el área central del arrecife por medio de buceo libre y en la segunda 182 transectos en los bordes de barlovento (sureste del arrecife) y sotavento (noroeste del arrecife) por medio de buceo libre y con compresor. El área evaluada (o área del transecto) en cada estación se calculó tomando en cuenta el tiempo de buceo, la franja de visibilidad (calculada en 14 m) y la velocidad media del buzo (Ríos *et al.* 1997, Ríos *et al.* 1998, Ríos 2000). Se registró el número de langostas en cada transecto, su peso y longitud abdominal.

Mapa de tipos de fondo.

2001

El mapa de tipos de fondo utilizado en este trabajo se obtuvo a partir del análisis de una imagen multiespectral Landsat TM, y se describe de manera amplia en el trabajo de Bello (1998). De manera general, este análisis incluyó la corrección geométrica de la imagen, el uso de contrastes y falsos colores para su análisis visual, la aplicación de un filtro de medianas a las diferentes bandas para reducir el "ruido", varias clasificaciones no supervisadas, que posteriormente llevaron a una clasificación supervisada en 25 clases espectrales usando el algoritmo de máxima probabilidad y las bandas TM1, TM2 y TM3. Las áreas de entrenamiento o "semillas" utilizadas en esta clasificación supervisada, se generaron a partir del análisis de datos de campo provenientes de 168 estaciones visitadas en el arrecife, usando estadística multivariada. Estos datos incluían el porcentaje aparente de cobertura de los elementos visualmente dominantes, su tipo de agregación y la profundidad puntual. Finalmente considerando la confusión entre clases, su similitud espectral y prestando especial atención en el resultado temático, las 25 clases espectrales fueron reclasificadas para obtener el mapa de tipo de fondos con 10 clases temáticas que se presenta en la Figura 2. Para este mapa se reportó una exactitud general del 60%.

Estimaciones de densidad por tipo de fondo

Se elaboraron dos archivos "vector" de puntos, con las coordenadas de los transectos del muestreo de langosta de julio y febrero, estos archivos fueron desplegados sobre el mapa de tipos de fondo, obteniéndose un archivo resultante con la clase sobre las que caían dichos transectos. Se calculó la frecuencia de visitas y el número de langostas capturadas por clase.

Para cada clase de tipo de fondo se estimó su área total y la proporción de esta área que denominamos "hábitat preferencial" para la langosta. Para hacer la estimación de esta proporción, para cada tipo de fondo se calculó el promedio de cobertura aparente del conjunto de corales duros, coral muerto y coral cubierto de algas registrados en las 166 estaciones de la base de datos original que sirvió para generar el mapa de tipos de fondo que utilizamos (Bello, 1998).

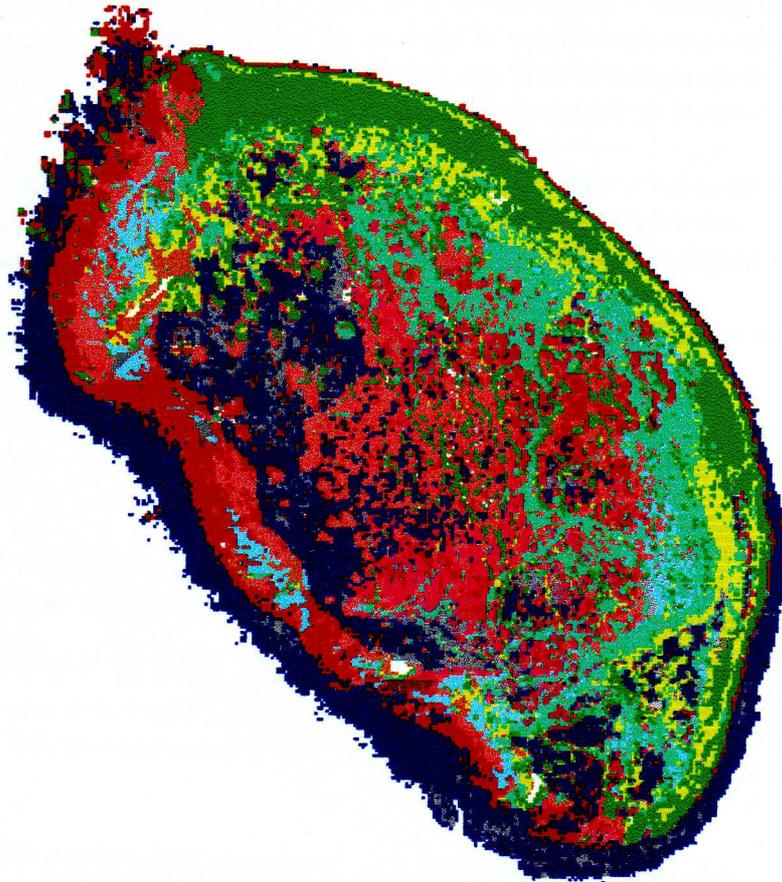


Figura 2. Mapa de tipos de fondo del arrecife Alacranes.

- Clase 1 Paredes y cabezas de coral duro y blando a prof. < 2 m. 
- Clase 2 Arena a prof. < 2m. 
- Clase 3 Camas de pastos y algas a prof. < 2m. 
- Clase 4 Parches de coral duro y cubierto de algas a prof. De 2-5m. 
- Clase 5 Arena a prof. entre 2-5m. 
- Clase 6 Cabezas de coral duro y blando a prof. entre 2-10m. 
- Clase 7 Arena a prof. entre 5-10 m. 
- Clase 8 Parches de coral duro y cubierto de algas a prof. < 2m. 
- Clase 9 Parches de coral duro y cubierto de algas a prof. entre 5-10 m. 
- Clase 10 Zonas profundas. > 10 m. 

En este trabajo el término densidad se refiere al número de organismos por unidad de área, por ejemplo; número de organismos por Hectárea o número de organismos por metro cuadrado, en cambio el término abundancia se refiere al número de organismos en el área sobre la que se infiere, por ejemplo en la región central del arrecife, en las áreas clasificadas con un tipo de fondo particular o el número de langostas en el área del Arrecife Alacranes.

Las estimaciones de densidad y del total de langostas (abundancia) se hicieron utilizando un estimador adaptado y probado en un trabajo previo por Ríos (2000), y que se considera adecuado cuando se trabaja con transectos de diferente tamaño como es en este caso.

La densidad se estimó con la ecuación:

$$\hat{R} = \frac{\sum y_i}{\sum z_i}$$

Donde

R = la densidad media estimada;

y_i = Número de organismos observados;

z_i = área revisada y es igual a **w_i*L_i*p_i**. Que representan: **w_i** = ancho de la i-ésima área muestreada;

L_i = Largo de la i-ésima área muestreada;

p_i = detectabilidad en la i-ésima área muestreada

Para la estimación del número total de organismos en el área de interés se usó

$$\hat{Y} = \hat{R} * Z$$

Donde

Y = Número total de organismos en el área de interés

R = Densidad media de los organismos en el área de interés

Z = Área de interés

La varianza de la densidad media es

$$\bar{V}(\bar{R}) = \frac{\sum y_i}{\sum z_i^2} \left(\frac{1-p}{p^2} \right)$$

y la varianza estimada del número de organismos en el área es:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \frac{Z * (\sum z_i - 1)}{\sum z_i * [(\sum z_i) - 1]} (\sum y_i^2 + \hat{R}^2)$$

(Seber 1982, Krebs 1989)

Para obtener las estimaciones incluyendo incertidumbre en la posición inicial y final de los transectos, en la apreciación del ancho del transecto y en la detectabilidad de los organismos se utilizó simulación Montecarlo. Se asumió que las observaciones durante los transectos incluían incertidumbre en varios aspectos: en el caso de la longitud de los cuadrantes, debido a las imprecisiones en la determinación de la posición geográfica del Global Position System (GPS) se consideró un error aleatorio de ± 50 metros (Magellan 1995); en la franja de observación durante el buceo o ancho del transecto, se consideró un error del 20% y en la detectabilidad de las langostas se consideró un intervalo del 80 a 99% para el mes de julio y del 30 al 70% para el mes de febrero.

Para incluir este error en las estimaciones se definió:

$$Li = Lo + Ep$$

Donde

Li = Longitud de la i -ésima área muestreada

Lo = Longitud calculada a partir de las posiciones captadas con el geoposicionador en la i -ésima área muestreada

Ep = Error de 0 a 50 m en el posicionamiento del inicio y final de la i -ésima área muestreada considerando una distribución uniforme

Para el ancho del área muestreada:

$$wi = wo + Ea$$

Donde

wo = ancho de la i -ésima área muestreada reportado por los buzos

Ea = Error de apreciación con distribución normal, media wo y un coeficiente de variación del 20%

Para obtener las estimaciones incluyendo incertidumbre en los parámetros antes mencionados se utilizó simulación Montecarlo. Se utilizaron los datos de número de langostas observadas en cada área muestreada y se calcularon 10 000 veces las densidades, totales y sus varianzas, para obtener valores medios. La implementación del estimador se hizo en Visual-Basic de EXCEL (Ríos 2000).

RESULTADOS

La Figura 3 muestra la ubicación de los transectos llevados a cabo en el arrecife, los círculos representan los del mes de julio y los rombos los del mes de febrero. El tamaño del símbolo es proporcional al número de langostas capturadas en cada uno.

Al llevar a cabo el despliegue de estos transectos sobre el mapa de tipos de fondo fue posible calcular la frecuencia de visitas y el número de langostas capturadas por tipo de fondo, para ambos meses. En la tabla 1 se resumen estos resultados; como se puede observar, para el mes de julio las clases con mayor número de visitas fueron la 4 y la 8, mientras que para el mes de febrero las clases más visitadas fueron la 4 y la 6. Respecto al número de organismos

Tabla 1. Número de transectos realizados y de langostas capturadas por clase de tipo de fondo para los meses de julio y febrero.

Clase	Tipo de fondo	Número de Transectos		Número de Langostas	
		julio	febrero	julio	febrero
1	Paredes y cabezas de coral duro y blando a prof.< 2 m.	2	13	14	14
2	Arena a prof.<2m	0	0	0	0
3	Camas de pastos y algas a prof.<2m.	4	23	68	19
4	Parches de coral duro y cubierto de algas a prof. de 2-5m	34	53	359	45
5	Arena a prof.entre 2-5m.	0	0	0	0
6	Cabezas de coral duro y blando a prof.entre 2-10m.	2	53	49	17
7	Arena a prof.entre 5-10 m.	0	0	0	0
8	Parches de coral duro y cubierto de algas a prof. <2m.	20	14	352	30
9	Parches de coral duro y cubierto de algas a prof. entre 5-10 m.	3	7	89	23
10	Arena, paredes y parches de coral duro y blando a prof.> 10 m.	4	19	24	41
Total		69	182	955	189

capturados, es notorio que al inicio de la temporada de pesca se captura un número considerablemente mayor de organismos que al final de la misma. Las capturas varían también con respecto al tipo de fondo, encontrándose que solo en 7 de las 10 clases del mapa se registraron langostas. Para el mes de julio las mayores capturas se obtuvieron en las clases 4 y 8, mientras que para febrero las mayores capturas se obtienen de las clases 4 y 10.

En la tabla 2 se muestra el área total calculada para cada una de las clases de tipo de fondo, la proporción de esta área que consideramos hábitat preferencial y el área de este hábitat. De acuerdo con estos cálculos solo 7 460 Ha, que representan el 19.35 % del área que se muestra en el mapa de tipos de fondo, se consideró hábitat preferencial de langosta y se tomó en cuenta en la estimación de densidad, abundancia y biomasa.

Las estimaciones mínimas, máximas y promedio de densidad por hectárea, abundancia y biomasa de langosta para las clases en las que se capturó langostas se resumen en la tabla 3. Aquí se observa que la clase 9 fue para la cual se calculó la densidad de langostas más elevada tanto para el mes de julio como para febrero. Esto coincide con que para esta clase también se calculó la mayor proporción de hábitat preferencial. Las otras clases para las que se estimaron densidades elevadas para el mes de julio, fueron las que representan fondos coralinos (clases 8, 6, 4 y 1). Este no es el caso para el mes de febrero, donde la clase 10 que representa los tipos de fondo más profundos ocupa el segundo lugar en densidad de organismos. En esta Tabla se puede observar que existe una reducción muy marcada en la biomasa del inicio al final de la temporada, las estimaciones medias puntuales van de las 38.28 a las 8.58 toneladas. Aunque esto es muy similar para todas las clases de tipos de fondo, es más evidente para las zonas someras, ya que la clase 10 es la que presenta una menor disminución.

Tabla 2. Área total, proporción y área de hábitat preferencial calculadas para cada clase de tipo de fondo.

Clases	Área total mapeada (Ha)	Proporción de hábitat preferencial (%)	Área de hábitat preferencial (Ha)
1	3655	28.38	1037.29
2	346	0.00	0.00
3	5928	0.63	37.35
4	6067	29.72	1803.11
5	969	0.00	0.00
6	4171	26.92	1122.83
7	1478	0.00	0.00
8	5430	27.43	1489.45
9	1803	52.86	953.07
10	8714	11.67	1016.92
Total	38561		7460.02

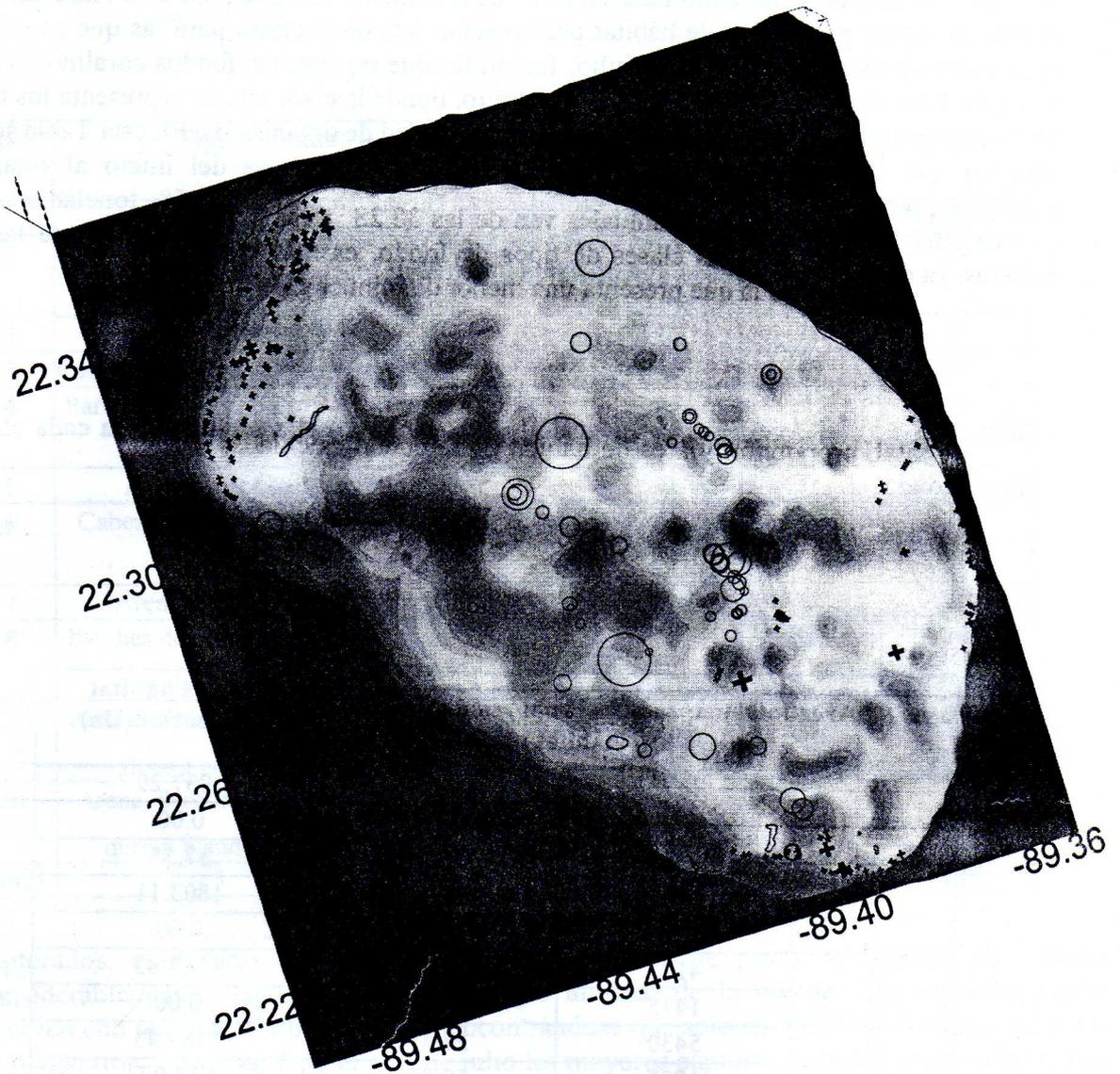


Figura 3. Distribución de los transectos visitados en el arrecife durante julio 1998 ○ y febrero 1999 ◇. El tamaño del símbolo es proporcional al número de organismos capturados.

Tabla 3. Abundancia, densidad y biomasa media, mínima y máxima calculadas por clase de tipo de fondo para los meses de julio y febrero.

	Julio			Febrero		
	Media	Min	Max	Media	Min	Max
Clase 1						
Abundancia	22757	19497.1	25480.6	4957	3344.4	7809.8
Densidad	22	18.8	24.6	5	3.2	7.5
Biomasa	4414.94	3782.4	4943.2	803.04	541.8	1265.2
Clase3						
Abundancia	534	458.3	594.7	100	65.4	156.5
Densidad	14	12.4	16.1	3	1.8	4.2
Biomasa	103.51	88.9	115.4	16.12	10.6	25.4
Clase 4						
Abundancia	30371	27357.4	33894.4	7640	5160.1	12037.5
Densidad	17	15.2	18.8	4	2.9	6.7
Biomasa	5891.97	5307.3	6575.5	1237.65	835.9	1950.1
Clase 6						
Abundancia	41319	37103.4	46607.5	1620	1094.3	2551.7
Densidad	37	33.0	41.5	1	1.0	2.3
Biomasa	8015.93	7198.1	9041.9	262.41	177.3	413.4
Clase 8						
Abundancia	34841	31403.2	38887.5	7939	5368.5	12551.3
Densidad	23	21.1	26.1	5	3.6	8.4
Biomasa	6759.24	6092.2	7544.2	1286.07	869.7	2033.3
Clase 9						
Abundancia	54366	48817.6	60744.7	20157	13567.2	31789.1
Densidad	57	51.2	63.7	21	14.2	33.4
Biomasa	10547.10	9470.6	11784.5	3265.51	2197.9	5149.8
Clase 10						
Abundancia	13150	11787.3	14686.4	10574	7117.1	16616.6
Densidad	13	11.6	14.4	10	7.0	16.3
Biomasa	2551.17	2286.7	2849.2	1713.06	1153.0	2691.9
BiomasaTotal	38283.85			8583.85		

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo nos permiten observar que existe diferencia en la manera que se distribuye el esfuerzo pesquero en el arrecife Alacranes al inicio y final de la temporada de pesca de langosta. Esta diferencia puede estar relacionada con dos factores principalmente: por un lado la disponibilidad del recurso y el conocimiento que de él tienen los pescadores, y por el otro el esfuerzo para capturarlo.

Durante julio, los pescadores enfocaron su esfuerzo hacia la zona central del arrecife, visitando principalmente fondos caracterizados por la presencia de coral duro y cubierto de algas a profundidades menores de 5 m, de donde obtuvieron las mayores capturas del viaje. Como se observó anteriormente, para los fondos coralinos se calculó tanto la mayor proporción de hábitat preferencial para langosta como las densidades más elevadas. Sin embargo el hecho de que durante julio se visitaran principalmente fondos someros, parece estar más relacionado con el menor esfuerzo y el menor riesgo de buceo requerido para capturar langostas usando solo buceo libre y en zonas con mayor protección a las corrientes. Esta estrategia justifica el hecho de que tradicionalmente los pescadores no llevan compresoras de aire durante los primeros viajes de pesca.

Durante el mes de febrero aunque se continúa visitando fondos coralinos someros, el esfuerzo se extiende a las zonas profundas hacia los extremos norte y sur del arrecife, lo que implica el uso de aire comprimido y aumenta el esfuerzo y el riesgo durante el buceo. Lo anterior se debe a que las zonas someras se encuentran prácticamente agotadas, como quedó de manifiesto en este trabajo, ya que en el mes de febrero solo la clase 9 (a más de 5 m de profundidad) y la clase 10 (a más de 10 m de profundidad) presentan densidades elevadas de langosta. Es importante señalar que en los viajes al final de la temporada, la captura de langosta es poco rentable por lo que los pescadores enfocan su esfuerzo a la captura de peces y se captura langosta solo de manera incidental, llegando a constituir solo el 5% de la captura total en estos viajes.

En este trabajo es evidente la potencialidad que tienen el uso de herramientas tales como las imágenes de satélite y los SIG para la evaluación de recursos pesqueros, ya que aunque estos se usaron de manera discreta, nos permitieron integrar datos de distinta índole, para facilitar tanto el despliegue como el análisis de información. Si bien el trabajo de Liceaga *et al* (1997) aborda el problema de la evaluación y distribución de las poblaciones en el área del Arrecife Alacranes utilizando imágenes de satélite, lo hace con imágenes no supervisadas. La racionalidad de esta primera aproximación realizada por Liceaga *et al op cit.* se sustenta en que los ambientes de los organismos son conjuntos de condiciones ambientales y que estos se manifiestan en las clases aun que no se puedan diferenciar aspectos individuales de las variables, la clasificación sin supervisión es mucho más rápida y menos costosa pero incluye mayor incertidumbre que se transfiere a las inferencias que la toman como base. La langosta espinosa, como otros grandes crustáceos, y muchos otros organismos, sigue patrones de distribución que responden a la presencia de alimento y a la posibilidad de protegerse de los depredadores, por eso las áreas coralinas con abundantes refugios representan un hábitat adecuado para ellas, de ahí que una clasificación de las áreas del arrecife que permitan diferenciar el tipo de fondo resultan de una gran utilidad para basar inferencias sobre densidad y abundancia. Los resultados de este trabajo confirman que el grado de conocimiento de los pescadores sobre la distribución de los recursos,

y en este caso las langostas, suele ser considerable, pero además sus operaciones responden a señales inmediatas como pueden ser la obtención de bajos rendimientos en un área particular en los días pasados recientes. Aun que este trabajo es una aproximación que intenta incorporar, de una manera formal: a) conocimientos sobre los tipos de fondo obtenidos con imágenes de satélite y supervisión de fondos, b) los conocimientos implícitos en las operaciones de pesca de la flota que opera en Alacranes c) conocimientos sobre la biología de las langostas y d) métodos de estimación basados en modelos probabilísticos y de cálculo intensivo, es conveniente profundizar en el desarrollo de estas metodologías en trabajos futuros.

El estimador de densidades utilizado en este trabajo, fue probado con anterioridad por Ríos *et al.* 1999 y muestra el menor sesgo, comparativamente con otros estimadores (Seber 1982, Krebs 1989), cuando el tamaño de las áreas muestreadas (transectos) es diferente. El estimador permite la incorporación de incertidumbre propia de un muestreo realizado con base en el buceo y con grandes limitaciones en los cálculos precisos del tamaño de las áreas recorridas, quizá esta dificultad se pueda superar fácilmente en el estudio de especies sésiles o en las cuales el tamaño de las unidades de muestreo resulten de proporciones pequeñas, sin embargo el caso de la langosta requiere de la revisión de áreas de tamaños muy diferentes debido, entre otras cosas, a la heterogeneidad de las áreas en donde es posible encontrarla y a la forma de distribución de los organismos en estas áreas. Las estimaciones obtenidas en este trabajo sobre densidades, abundancia y biomasa solamente pueden ser consideradas como aproximaciones aun que posiblemente de las mejores que se pueden obtener, esta afirmación se basa en que las estimaciones incorporan una gran cantidad de información procedente de diferentes fuentes, incluyendo el conocimiento empírico de los pescadores y la incertidumbre se incorpora también en forma de modelos probabilísticos que a la vez de reconocer la incapacidad de medir con exactitud confieren acotaciones a la imprecisión.

En este trabajo se obtuvo una estimación de la biomasa de langosta de 38.28 toneladas para el mes de julio a inicios de la temporada de pesca y de 8.66 toneladas en febrero a finales de la temporada de pesca. La estimación para el inicio de la temporada es similar a los volúmenes de captura que se obtienen en una temporada de pesca normal, en el Arrecife Alacranes (en 1997 fue de 35 toneladas). Estos datos y la observación de cierta estabilidad en el comportamiento de las capturas en el Arrecife Alacranes, sugiere que las áreas de pesca son prácticamente "limpiadas" y durante el período de veda se pueden recuperar mediante los mecanismos de reclutamiento de juveniles, movimientos de adultos desde áreas no explotadas hacia las zonas de pesca del Arrecife (recolonización por adultos) y crecimiento de las langostas que sobrevivieron. Dados los tiempos de recuperación es posible que sea la recolonización por organismos adultos el mecanismo con mayor contribución sobre el proceso, sin embargo es recomendable profundizar sobre este problema y la evaluación al inicio y final de las temporadas realizadas por métodos como los propuestos en este trabajo pueden resultar de gran utilidad.

CONCLUSIONES

Las estimaciones de biomasa de langosta en el Arrecife Alacranes sugieren que las capturas obtenidas durante la temporada de pesca son similares a la biomasa presente en el arrecife al inicio de la temporada, esto es, que se pesca la mayor parte de la biomasa que se recluta, o que coloniza las áreas propicias para las langostas y vulnerables a las actividades pesqueras, durante

la temporada de veda. La implicación es que la capacidad de renovación de la biomasa está sustentada en una población que actualmente no es vulnerable a la pesca.

BIBLIOGRAFIA

- Bello P. J. (1998) Sistema de clasificación para los tipos de fondo del arrecife Alacranes compatible con una imagen Landsat TM. Tesis de maestría. CINVESTAV-IPN, Mérida. p. 107.
- Bonet F (1967) Biogeología Subsuperficial del Arrecife Alacranes, Yucatán, Instituto de Geología. UNAM, México.
- De la Cruz G, Martínez E and Muñoz R. (1993) Propuesta de zonificación del Arrecife Alacranes, Yucatán. CINVESTAV, Mérida.
- Green E. P, P. J. Mumby, A. J, Edwards, C. D. Clark. (1996) A review of remote sensing for assessment and management of tropical coastal resources. Coastal management. 24: 1-40.
- Herrera A. y D. Ibarzábal. 1995. Aspectos ecológicos de la langosta *Panulirus argus* en los arrecifes de la plataforma cubana. Rev. de Invest. Mar. 19 (1): 59-63.
- Jones and Stoner 1997
- Krebs C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper-Collins Publishers. New York, USA.
- Liceaga – Correa M.A., Ríos-Lara G.V., Zetina - Moguel C.E., y H. Hernández-Núñez 1997. Clasificación rápida del ambiente arrecifal para la evaluación de los recursos pesqueros. 50th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Mérida, Yucatán November 9-4, 1997.
- Magellan Systems Corporation. (1995) Magellan NAV DLX-10 User Guide. San Dimas, California. Clase Tipo de fondo Número de Transectos Número de
- Mengues, C. H., G.J. Hilland and W. Ahmad. 1997. Landsat TM data, potential feeding grounds for threatened marine turtle species in Northern Australia. Available in the World web, URL: <http://www.gis.ntu.edu.au/papers/turtle/reefpa2.html>.
- Ríos L. G. V. , C. Zetina M. y K. Cervera C. 1995. Evaluación de "casitas" o refugios artificiales introducidos en la costa oriente del estado de Yucatán para la captura de langostas. Rev. Cub. De Inv. Pesq. Jul-Dic. 1995. Vol 19-2. 50-56.
- Ríos L. G. V., C. Zetina M. y K. Cervera C. 1996. Análisis del esfuerzo pesquero en la pesquería de langosta de las costas de Yucatán. II Simposium Sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B.C.S. del 25 al 27 de Septiembre de 1996.

-
- Ríos L. G. V. , K. Cervera., J.C. Espinosa., M. Pérez., C. Zetina y F. Chablé. 1997. Estimaciones de la densidad de langosta *Panulirus argus* y el caracol rosado *Strombus gigas* en el área central del arrecife Alacranes. En prensa. Ciencia Pesquera. Nueva Época.
- Ríos L. G. V., C. Zetina M., K. Cervera C., R. Mena A. y F. Chablé E. 1998. La pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus* en las costas del estado de Yucatán. Contribuciones de Investigación Pesquera. Revista del Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. INP. SEMARNAP. 36 p.
- Ríos Lara G. V. 2000. Evaluación de la población de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y otros recursos bentónicos de la costa del estado de Yucatán y el arrecife Alacranes utilizando el conteo de organismos. Tesis. Universidad Simón Bolívar. 67 pp.
- Seber G. A. F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2^{ed}, Ed. Griffinn, London.

EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LANGOSTA DE LA COSTA DE YUCATÁN Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE LA TALLA MÍNIMA SOBRE LA BIOMASA Y LA CAPTURA

Gloria Verónica Ríos Lara¹, Carlos E. Zetina Moguel², Patricia Arceo Briseño¹.

¹Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. INP. A. P. 73. Progreso, Yucatán. México. C. P. 97320. e-mail: g_veronicar@yahoo.com patarceo@yahoo.com

²Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Yucatán. A. P. 150. Cordemex. Mérida, Yucatán. México. C.P. 97310 e-mail: zmoguel@tunku.uady.mx

RESUMEN

En este trabajo se evalúa la población de langosta *Panulirus argus*, incluyendo información de los últimos años y se analiza el efecto de un cambio en la aplicación de la talla mínima legal sobre la captura y la biomasa. Para las estimaciones de los parámetros del modelo se utilizan datos provenientes de la pesquería (captura, captura por unidad de esfuerzo y peso medio), estimaciones de algunos parámetros de la pesquería cubana (L_{∞} , K y t_0) y densidad calculada a partir de datos de prospecciones por buceo en la costa de Yucatán. Las estimaciones se hacen utilizando estadística Bayesiana. Los resultados muestran que en las condiciones de aprovechamiento actuales se pueden sostener capturas sin efectos severos sobre la capacidad de renovación de la biomasa por un período de más de 10 años.

INTRODUCCIÓN

En Yucatán se han realizado varias evaluaciones sobre las poblaciones de langosta *Panulirus argus*, con el objeto de llevar a cabo acercamientos del tamaño de la población. Los modelos utilizados incluyen de rendimiento excedente, de diferencia con retraso, análisis de cohortes por longitudes y por edades, modelos de estructura de edades y modelos de decaimiento. Estas evaluaciones han arrojado resultados heterogéneos sobre el tamaño y la evolución de la población de langosta, sin embargo la implicación principal de los resultados obtenidos ha sido que el nivel de explotación del recurso se puede considerar adecuado (Zetina y Ríos 1997; Ríos y Zetina 1997; Ríos *et al.*, 1998). En los análisis de la pesquería de langosta de Yucatán realizados hasta ahora, se han usado datos procedentes de la pesquería que abarcan hasta 1995 (captura, captura por unidad de esfuerzo, peso medio, estructura de tallas y edades) o se han evaluado abundancias en áreas específicas a través de prospecciones por buceo (Ríos *et al.*, 1997; Zetina *et al.*, 1997; Liceaga *et al.*, 1997; Ríos, 2000), sin embargo hasta el momento no se habían realizado análisis combinando datos de la pesquería. procedentes de fuentes independientes de la pesquería.

El establecer una talla mínima de captura como medida de regulación de un recurso tiene dos fines: a) proteger a los organismos para que participen en el proceso reproductivo por lo menos una vez y b) incrementar el rendimiento de los organismos, capturándolos en el momento en que la biomasa alcanza un punto máximo. La determinación de una talla mínima debe estar fundamentada en: observaciones sobre los procesos de reproducción, estimación de la talla de primera madurez y en los resultados de experimentos basados en diferentes modelos

matemáticos de evaluación y análisis.

En 1997 se hizo un análisis del efecto de cambios en la talla mínima sobre los procesos reproductivos y el rendimiento en la pesquería, con el fin de proporcionar elementos científicos que permitieran tomar una decisión sobre la talla mínima legal que se debería aplicar para la langosta en Yucatán (Ríos y Zetina, 1997). En ese trabajo se utilizaron dos modelos: el de Beverton & Holt, en la versión de longitudes, y un modelo estructurado por tallas para predicciones mensuales. Con base en los resultados obtenidos en el análisis mencionado, se recomendó que se permitiera la captura y comercialización de una proporción de langostas de tallas menores a la talla mínima legal que comúnmente se capturaban (alrededor del 30%). Por acuerdo entre las autoridades y el sector productivo, se hizo una modificación a la talla mínima reglamentaria de 14.5 cm de longitud abdominal (LA) a 13.5 cm.

En esta ocasión se hace una actualización de la evaluación de la población de langosta espinosa, utilizando un modelo de estructura por edades y combinando datos procedentes de la pesquería (incorporando datos de las temporadas de pesca 1996-1998) e independientes de ella (prospecciones realizadas en 1997). De esta manera, se analiza el efecto de un cambio en

Tabla 1. Información utilizada para el ajuste del modelo

Año	Captura (kg de cola)	CPUE (kg/viaje)	Peso medio (Kg)	Densidad media (organismos/Ha)
1976	34,363			
1977	64,390			
1978	104,323			
1979	94,937			
1980	89,200			
1981	84,447			
1982	97,810			
1983	26,953			
1984	118,447			
1985	107,507			
1986	123,170			
1987	181,553		0.33	
1988	161,797		0.31	
1989	151,097	6.55	0.23	
1990	104,181	8.91	0.13	
1991	111,549	6.36	0.16	
1992	120,370	5.13	0.14	
1993	211,035	7.12	0.25	
1994	169,235	6.36	0.16	
1995	225,500	7.34	0.14	
1996	143,000	4.20	0.19	1.57
1997	157,146	6.54	0.25	
1998	118,000	4.90	0.21	

1999 →
2000 →
2001 —

3.3

la aplicación de la talla mínima sobre la captura y la biomasa vulnerable de la población con base en esta nueva información.

METODO

Fuentes de información

En este trabajo se utilizaron datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en Kg de cola de langosta por día de pesca por embarcación (temporadas de pesca de 1989 a 1998). Estos datos son procedentes de registros diarios de captura obtenidos de las cooperativas que tienen permisos de pesca de langosta en las costas de Yucatán y de muestreos realizados en los puertos durante los meses de pesca.

Los datos de captura proceden de las oficinas de la Delegación Federal de Pesca y en los años más recientes de la Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, el período de capturas que se utilizó comprende las temporadas 1976-1998.

Otros datos utilizados son las mediciones de peso de colas de langosta capturadas por 36 embarcaciones mensuales tomadas de tres estratos: oriente, centro y poniente en que se dividieron las áreas de pesca de la costa de Yucatán (12 por estrato). Por otra parte, se incluyeron datos obtenidos del muestreo de colas de langosta procedentes del Arrecife Alacranes, en este caso, se midieron muestras de entre 300 y 500 individuos por embarcación muestreada. Los datos de peso medio utilizado provienen de los muestreos en planta de las temporadas 1987 a 1998. A estos datos se incorporaron mediciones de peso de colas obtenidas en las plantas congeladoras de la ciudad de Mérida.

A finales de la temporada de pesca 1996-1997 se realizó una prospección por buceo que incluyó 88 transectos en la costa y 46 en el área interna del Arrecife Alacranes todos ellos de aproximadamente 30 minutos, la estimación de la densidad media para toda el área de pesca se aproximó estimando primero la densidad para cuatro estratos (Alacranes, Oriente, Central y Poniente) y calculando una media ponderada que considera el tamaño de las áreas de los estratos (Zetina *et al.*, 1997). Los datos utilizados para obtener el ajuste del modelo se presentan en la Tabla 1.

Modelo

Para evaluar la biomasa de langosta en las costas de Yucatán se utilizó un modelo determinístico de estructura por edades. El número de organismos (N) a cada edad (a) para cada temporada de pesca (t) esta dado por:

$$N_{a+1, t+1} = S_a (1 - v_a * u_t) N_{a, t}$$

Donde:

a= edad , t= tiempo en años

S_a = tasa de sobrevivencia para la edad a

v_a = proporción de los individuos de la edad a vulnerables a la captura

u_t = tasa de explotación de los animales vulnerables el año t

Mientras que la biomasa de cada temporada (B_t) se calcula con la formula:

$$B_t = S v_a * N_{a,t} * w_a$$

Donde:

w_a = peso medio de los organismos de edad a

El número de organismos a cada edad se puede establecer como :

$$N_a = L_a * Re$$

Re = Reclutamiento en equilibrio

L_a = Supervivencia a la edad a que se puede calcular por la relación recursiva :

$L_a = 1$ para la edad 1

$L_{a+1} = L_a * S_a (1 - v_a * u)$ $a > 1$

La biomasa en equilibrio (B_e) se puede expresar en términos de Re y L_a :

$$B_e = S v_a * N_a * w_a = Re S v_a * L_a * w_a = R f v w$$

Donde f es la función incidente obtenida de la suma de los sobrevivientes de cada edad multiplicados por cantidades como v_a y w_a :

$f v w = S v_a * L_a * w_a$ (biomasa vulnerable por recluta)

$f Y = u S v_a * L_a * w_a$ (producción por recluta)

$f f = S f_a * L_a$ (huevos por recluta si f_a = fecundidad a la edad)

$f N = S v_a * L_a$ (Número de organismos vulnerables por recluta)

Algunas cantidades que se pueden calcular de f y de una biomasa vulnerable inicial a ser estimada (B_e) es:

$w(\text{media}) = f v w / f N$ (peso medio individual de los organismos vulnerables)

$Re = B_e / f v w$ (reclutamiento inicial en equilibrio)

$Ce = Re / f Y$ (captura en equilibrio)

$Ee = Re f f$ (producción de huevos en equilibrio)

Se proyectó la población de 1965 a 1998 y se estimó la biomasa inicial $B_{0,1965}$ maximizando la función

$$L(B_{0,1965} / \text{datos}) = [P (1/\sigma^2 * s^2 * p) e^{-((cpueo - cpuec)^2 / (2s^2))}] * [P (1/\sigma^2 * s^2 * p) e^{-((wm - wmc)^2 / (2s^2))}] * (1/\sigma^2 * s^2 * p) e^{-((Do - De)^2 / (2s^2))}$$

Donde:

- cpueo= captura por unidad de esfuerzo observada en Kg por día de pesca
 cpuec= captura por unidad de esfuerzo calculada por el modelo en Kg por día de pesca
 wmo= Peso medio de cola de langosta observado en Kg
 wmc= Peso medio de cola de langosta calculado por el modelo en Kg
 Do= Densidad observada durante la preespección en número de organismos por Ha
 Dc = Densidad calculada por el modelo en número de organismos por Ha
 s^2 = Varianzas de cada tipo de datos

El modelo, supone que el crecimiento de las langostas puede representarse con el modelo de von Bertalanffy con parámetros $t_0 = 0.55$, $K = 0.26$ y $L_{\infty} = 32$ cm (González-Cano, 1991; Cruz *et al.*, 1995). Así mismo, se consideró que la tasa de mortalidad natural es $M = 0.35$. Otro supuesto del modelo es que la vulnerabilidad de las langostas a partir de la edad 6 (26.2 cm), disminuye hasta alcanzar aproximadamente un 10% en cada edad, hasta alcanzar valores del 30% en las langostas más viejas (30.8 cm). Los datos de fecundidad con que se obtuvo el cálculo del reclutamiento provienen de estudios realizados en el Caribe mexicano (Ramírez 1996).

Se pronosticaron efectos de cambios en la talla mínima, modificando la vulnerabilidad de las edades 1 y 2. En las condiciones actuales (escenario A) se pescan organismos de 10 cm de longitud de cola y mayores, esto implica que el 50% de los organismos de la edad 1 y el 100% de la edad 2, son vulnerables. El segundo escenario (escenario B), considera que se dejan de capturar organismos menores de 13.5 cm, la vulnerabilidad de los organismos de la edad 1 será 0% y se puede suponer que la edad 2 es vulnerable en un 90%. El último escenario (escenario C), considera que se capturan estrictamente ejemplares iguales o mayores a los 14.5 cm y en estas condiciones no se pescan organismos de la edad 1 y solo un 70% de los organismos de la edad 2 son vulnerables. Las proyecciones se realizaron hasta el año 2013 y consideran que se mantiene la tasa de explotación promedio observada durante los últimos cinco años. Las proporciones estimadas para reconstruir los escenarios suponen que la distribución de las tallas dentro de las edades es uniforme.

RESULTADOS

La biomasa inicial estimada (B_0) es de 1 642 toneladas con una desviación estándar de 146 toneladas. En la figura 1 se presenta la distribución de probabilidades para la estimación de B_0 , calculadas a partir de las verosimilitudes.

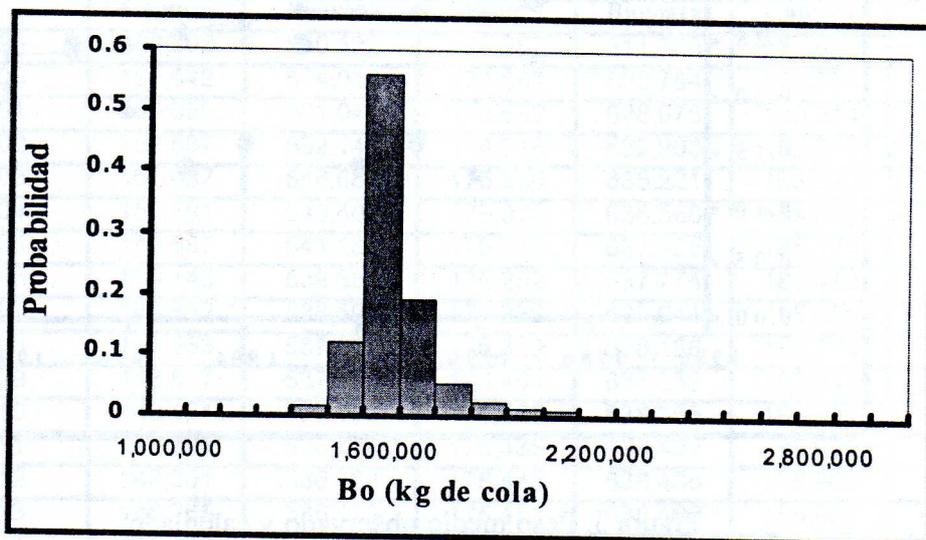


Figura 1. Distribución de la probabilidad para la estimación de B_0 .

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan los ajustes de los datos observados y estimados (cpue, peso medio y densidad). En la Tabla 2 se puede ver la captura y la biomasa bajo tres escenarios propuestos.

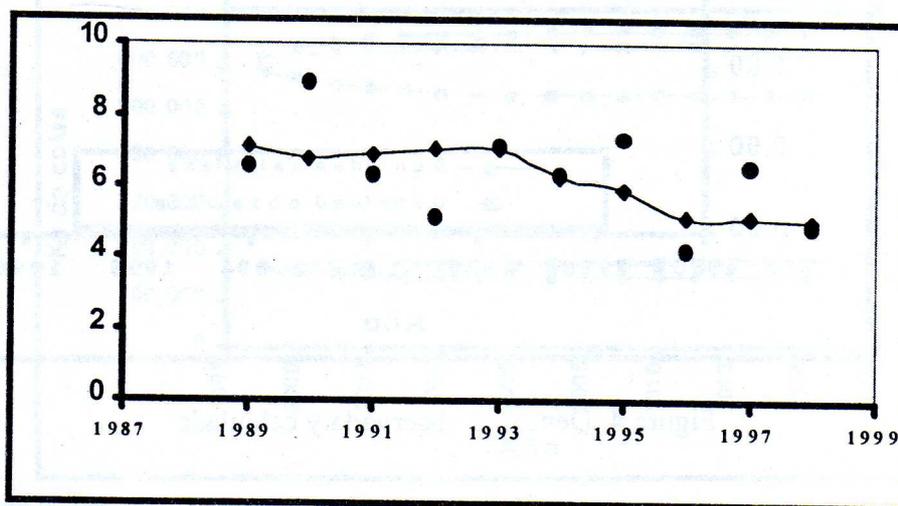


Figura 2. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE), observada y calculada.

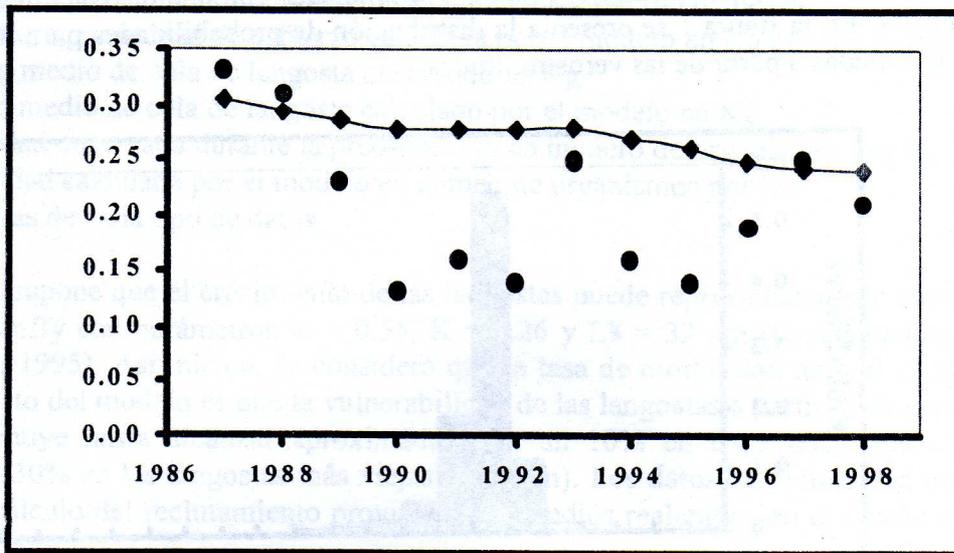


Figura 3. Peso medio observado y calculado.

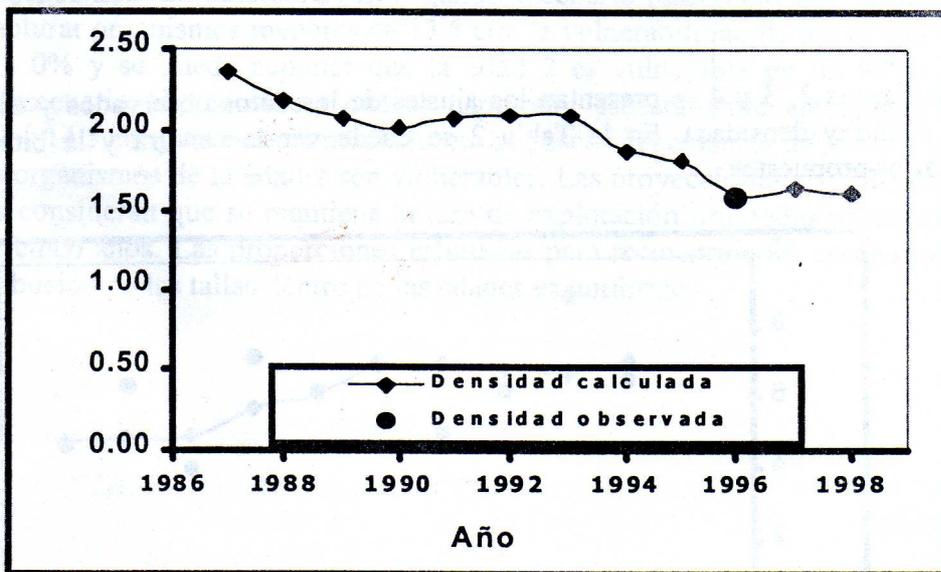


Figura 4. Densidad observada y calculada

Tabla 2. Comportamiento de la captura y la biomasa modificando la vulnerabilidad de la edad 1 y la edad 2.

Año	Escenario Actual		Talla mínima 13.5 cm		Talla mínima 14.5 cm	
	Edad 1 = 50%	Edad 2 = 100%	Edad 1 = 0	Edad 2 = 90%	Edad 1 = 0	Edad 2 = 70%
	Captura	Biomasa	Captura	Biomasa	Captura	Biomasa
1999	163,203	590,522	168,952	611,325	171,055	618,934
2000	158,642	574,018	171,561	620,764	176,333	638,030
2001	155,056	561,043	173,582	628,078	180,224	652,109
2002	152,597	552,148	174,916	632,903	182,656	660,909
2003	151,087	546,684	175,556	635,221	183,925	665,501
2004	150,181	543,405	175,928	636,566	184,699	668,304
2005	149,567	541,182	176,138	637,325	185,174	670,021
2006	149,143	539,651	176,262	637,774	185,472	671,100
2007	148,852	538,596	176,336	638,041	185,659	671,775
2008	148,653	537,877	176,379	638,198	185,774	672,193
2009	148,517	537,384	176,404	638,289	185,848	672,461
2010	148,421	537,036	176,422	638,355	185,901	672,652
2011	148,351	536,784	176,435	638,402	185,939	672,788
2012	148,301	536,603	176,445	638,436	185,965	672,883
2013	148,265	536,473	176,451	638,460	185,983	672,949
2014	148,240	536,380	176,456	638,477	185,996	672,996

En la figura 5 se puede observar que pasa con la captura y la biomasa al modificar la vulnerabilidad de las edades 1 y 2.

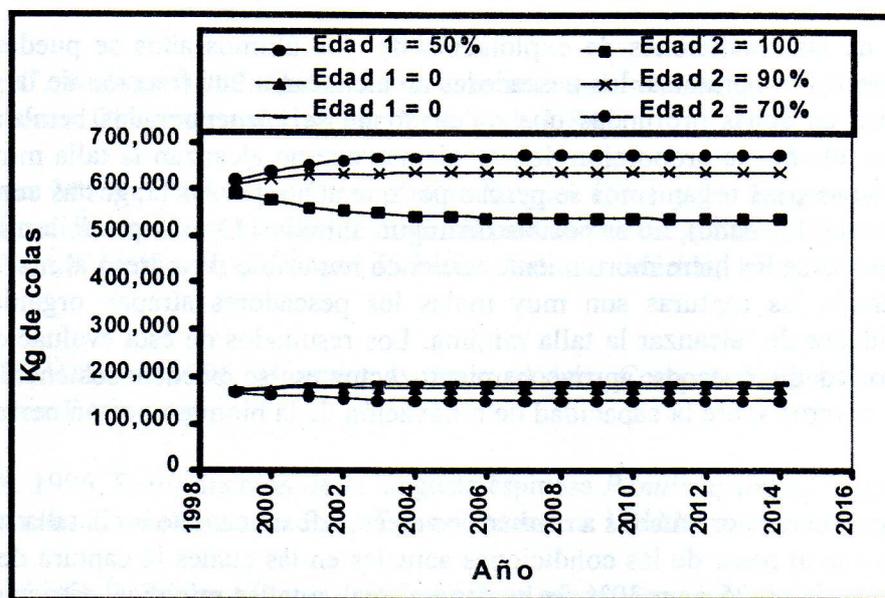


Figura 5. Comportamiento de la captura y la biomasa modificando la vulnerabilidad de las edades 1 y 2.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis que se realiza en este trabajo está basado en un conjunto supuestos sobre el comportamiento de la naturaleza. Esto conlleva una limitación que es común a todos los modelos que hoy se usan en el análisis de las pesquerías. En el caso particular de las langostas, se puede asegurar que son tres los elementos más importantes que determinan el comportamiento de las poblaciones (en modelos secuenciales de edades) y en donde se tiene mayor incertidumbre: el reclutamiento, el crecimiento y la mortalidad natural. Lo que se sabe sobre estos eventos sólo permite acercamientos a la dinámica real de la población de langostas. De ahí que los resultados de éste análisis, lo mismo que todo aquel que resultara de cualquier modelo basado en la estructura de edades o de tallas, sólo pueden expresar tendencias aproximadas.

La evolución de las capturas de las costas de Yucatán muestra un crecimiento desde 1977 que alcanza un máximo en 1995; sin embargo en los últimos años la captura ha tendido a estabilizarse. En cierto modo esto parece ser resultado de la incapacidad de las técnicas de captura actuales para alcanzar una parte de la población de langostas que hoy resulta inaccesible. Las razones son diversas, pero la principal es que los buzos tienen límites definidos por las profundidades. En el modelo determinístico que se usó en este análisis se incorpora esta idea. Los parámetros de reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural son en realidad aproximaciones aceptadas por la comunidad científica del Caribe que estudia las pesquerías de langosta espinosa (*Panulirus argus*). En este contexto, la pesquería de langosta de la península de Yucatán muestra una condición general que podría considerarse sana, esto ha sido reportado ya en diversas evaluaciones aunque es en la presente en la cual se incorpora mayor cantidad y mejor información para obtener las estimaciones.

Dentro de las condiciones de explotación de los últimos años se pueden identificar dos componentes importantes: los pescadores no alcanzan a una fracción de la población que se encuentra en aguas profundas que es en donde se encuentran las hembras ovígeras y se capturan una buena proporción de organismos que no alcanzan la talla mínima legal. En el segundo caso, los organismos se pescan por que al atrapar las langostas con el arte de pesca tradicional (el gancho), no es posible distinguir si miden 12 o 14 cm de longitud abdominal y al atraparlas se les hiere mortalmente haciendo imposible su regreso al mar. También ocurre que cuando las capturas son muy malas los pescadores atrapan organismos con pocas posibilidades de alcanzar la talla mínima. Los resultados de esta evaluación muestran que, bajo las condiciones de aprovechamiento actuales, se pueden sostener las capturas sin efectos severos sobre la capacidad de renovación de la biomasa por un período de más de 10 años.

Los experimentos orientados a evaluar los efectos de un cambio en la talla mínima de captura indican que al pasar de las condiciones actuales en las cuales la captura de tallas sublegales representa de un 25 a un 30% de la captura total, a tallas mínimas, estrictamente respetadas, de 13.5 ó 14.5 cm de longitud abdominal y mantener la tasa actual de explotación, se obtendrían capturas y una biomasa vulnerable más altas (mayores en relación directa a la talla mínima). Sin embargo, en condiciones reales al dejar de pescar las tallas sublegales se

reduciría la tasa de explotación, esto se debe a las condiciones temporales y espaciales en las cuales se desarrolla la pesquería.

Para tomar una decisión sobre la talla mínima de captura de langosta en Yucatán, deben considerarse diferentes aspectos: 1) Los objetivos a seguir al establecer una talla mínima. 2) Los resultados que se desprenden de experimentos basados en diferentes modelos matemáticos de evaluación y análisis. 3) Las características de la pesquería que incluye los artes y métodos de pesca que se usan, la disponibilidad del recurso, aspectos meteorológicos que le afectan. y 4) Problemática social y económica que incluye: comercialización y vigilancia.

El análisis integral de estos aspectos, sugiere que la talla mínima de 14.5 es inadecuada ya que las estructuras de comercialización favorecen su incumplimiento con consecuencias sociales y económicas sobre la pesquería. De manera paralela, su cumplimiento implica una reducción de los ingresos económicos de comunidades pesqueras para las cuales la pesquería de langosta juega un papel preponderante.

BIBLIOGRAFIA

Cruz R., J. González., M. E. León., R. Puga. 1995. La pesquería de langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el Gran Caribe. Evaluación y Pronóstico. Rev. Cub. De Inv. Pesq. 19(2):63-76.

González-Cano J. 1991. Migration and refuge in the assessment and management of the spiny lobster (*Panulirus argus*) in the mexican Caribbean. Tesis Doctoral. INP. México. 448 pp.

Hilborn R & C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamic and uncertainty. Chapman and Hall Inc. New York. USA.

Liceaga-Correa M. A., Ríos-Lara G.V., Zetina-Moguel C.E., y H. Hernández-Núñez 1997. Clasificación rápida del ambiente arrecifal para la evaluación de los recursos pesqueros. 50th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Mérida, Yucatán November 9-14, 1997.

Punt A. & R. Hilborn. 1996. Biomass dynamic models. Computerized Information. Series Fisheries. FAO. 62 p.

Ramírez E. A. 1996. Reproducción de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la costa noreste de Quintana Roo. Tesis de Maestría. UNAM. México. 85 pp.

Ríos Lara G. V y C. E. Zetina Moguel. 1997. Análisis sobre una reducción en la talla mínima de captura en la pesquería de langosta de las costas de Yucatán. Opinión Técnica. CRIP Yucalpetén. Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP. 12 p.

- Ríos L. G. V., K. Cervera., J.C. Espinosa., M. Pérez., C. Zetina y F. Chablé. 1997. Estimaciones de la densidad de langosta *Panulirus argus* y el caracol rosado *Strombus gigas* en el área central del arrecife Alacranes. En prensa. Ciencia Pesquera. Nueva Época.
- Ríos L. G. V., C. Zetina M., K. Cervera C., R. Mena A. y F. Chablé E. 1998. La pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus* en las costas del estado de Yucatán. Contribuciones de Investigación Pesquera. Revista del Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. INP. SEMARNAP. 36 p.
- Ríos Lara G. V. 2000. Evaluación de la población de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y otros recursos bentónicos de la costa del estado de Yucatán y el arrecife Alacranes utilizando el conteo de organismos. Tesis. Universidad Simón Bolívar. 67 pp.
- Zetina Moguel C. E. y G. V. Ríos Lara. 1997. Estimación del tamaño de la población de langosta *Panulirus argus* en las costas de Yucatán, usando diferentes modelos de evaluación. 50th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Mérida, Yucatán November 9-14, 1997.
- Zetina M. C. E., D. De Anda., K. Cervera y G. V. Ríos. 1997. Evaluación de las poblaciones de langosta, caracol rosado y mero en el arrecife Alacranes. Informe Técnico. CRIP

ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE LANGOSTA (*Panulirus argus*) CAPTURADA CON TRAMPAS, EN LAS INMEDIACIONES DEL ARRECIFE ALACRANES, YUCATÁN, MEXICO.

Kenneth Cervera C. ¹, G. Verónica Ríos L. ¹, Carlos E. Zetina M. ², Javier Bello P. ¹
y Patricia Arceo B. ¹

¹ Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. INP. SEMARNAP. A. P. 73. Progreso Yucatán. México. C. P. 97320. e-mail : g_veronicar@yahoo.com

² Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Industrias no contaminantes s/n con periférico Norte. Mérida Yucatán. e-mail: zmoguel@tunku.uady.mx

RESUMEN

La captura de langosta en Yucatán se realiza tradicionalmente a través de buceo libre o con compresor utilizando un gancho como arte de pesca, esta forma de captura ha creado polémica durante mucho tiempo, debido a los problemas de salud asociados al buceo. Actualmente los pescadores que trabajan en el arrecife Alacranes y sus alrededores han iniciado el uso de trampas para la captura de langosta obteniendo buenos rendimientos en zonas muy localizadas y a profundidades mayores a las 30 brazas (54 m). Este trabajo tiene como objetivo discutir el impacto probable que puede tener la captura con trampas en la zona. Los datos utilizados se obtuvieron de una campaña de pesca realizada en febrero de 1999 en donde se usaron 75 trampas de tipo haitiano. Se calcula el número promedio de langosta en las trampas, el peso medio de las langostas capturadas (380.6 g), la longitud media (20.8 cm), la proporción de hembras y machos (1.4:1), y la proporción de hembras parchadas (66%). Se estima la captura esperada y la probabilidad de encontrar langosta en una trampa utilizando métodos numéricos de cálculo intensivo. Se discute sobre la regulación del uso de trampas con el fin de no afectar a la población desovante.

Palabras clave: Tecnología de capturas, trampas, langosta espinosa *Panulirus argus*

INTRODUCCION

El recurso langosta en Yucatán es uno de los más importantes debido en principio al valor que tiene en el mercado. Una de las zonas importantes en donde se lleva a la práctica su captura es el Arrecife Alacranes, de donde proviene entre el 15 y el 25% de la producción de este Estado (Ríos *et al.*, 1996).

Las primeras referencias que se tienen sobre la captura de langosta provienen precisamente del Arrecife Alacranes (Isla Pérez) y corresponden a los años 50, cuando pescadores del puerto de Progreso, Yucatán, llegaban al lugar por medio de embarcaciones de vela, su método de pesca consistía en explorar a pie y por las noches, las zonas someras de pastos y parches de coral, para capturar langostas de gran tamaño, utilizando para ese fin un jamo entretejido de bejuco, una

fuente de luz (mechero) y zapatos de lona. Los ejemplares obtenidos se transportaban vivos en los estanques de los barcos hasta Progreso y luego de ahí a Mérida (Cervera *et al.*, 1996).

Ahora la forma de captura generalizada en la pesquería de langosta tanto en Alacranes como en la costa yucateca es el buceo libre y el buceo con compresor. Estas técnicas se usan desde que la langosta empezó a ser relevante (1970) como generadora de ingresos, para una fracción de la comunidad de pescadores de Yucatán.

Aunque en Yucatán se han hecho intentos por introducir trampas y refugios artificiales como métodos de captura para langosta alternativos al buceo y gancho, su uso nunca se ha llegado a consolidar. Los intentos no han sido pocos, desde la década de los 70 y hasta 1990, se intentó la introducción de trampas de diferentes diseños copiados de las estructuras usadas para la captura de langosta en otros lugares como Quintana Roo, Florida, Australia, California, Haití, y Cuba, (Fig. 1) (Cervera *et al.*, 1996).

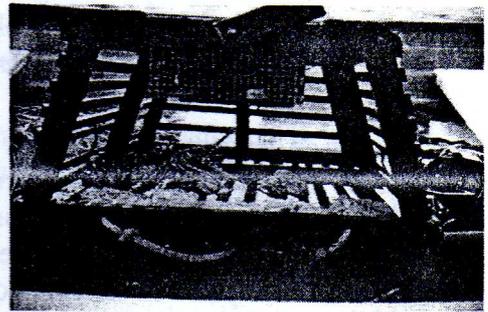


Figura 1.- Trampa tipo californiana utilizada en Yucatán para la captura de langosta.

También en 1989 el Gobierno del estado de Yucatán trató de fomentar la utilización de refugios artificiales llamados "casitas", los cuales sólo en los puertos del oriente (Río Lagartos y San Felipe) fueron calados por los pescadores. Al uso de estos refugios no se le ha dado seguimiento en términos del registro permanente de producción pero en opinión de los pescadores éstos realmente funcionan como concentradores de langosta, Ríos *et al.*, (1995) hicieron una evaluación sobre ellos.

Todos los intentos que se han hecho en diversificar la forma de capturar langosta obedece a varias razones y entre las principales se encuentran, la búsqueda de mayores rendimientos, el evitar los accidentes de buceo que tan frecuentemente ocurren y diversificar las formas de presentación del producto. Sin embargo, el cambio de costumbres en la forma de trabajar de cualquier individuo u organización resulta ser muy difícil y si no hay ningún interés personal, social o económico para este cambio, simplemente no es posible.

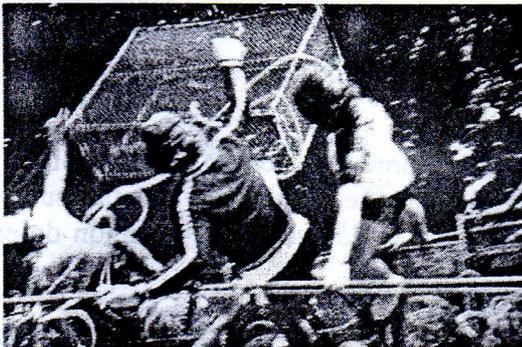


Figura 2.- Trampa tipo haitiana. Diseño muy parecido al utilizado en la campaña de pesca que respalda este trabajo.

A pesar de todos los antecedentes que hay sobre fracasos en la intención de usar trampas o refugios artificiales en la pesquería de langosta de Yucatán, en la temporada de pesca de 1998, se inició el uso de trampas en el área de Alacranes, específicamente en las zonas denominadas como "cordilleras" y "fondos

pedregosos". Algunos pescadores han estado probando por iniciativa propia nasas rectangulares tipo haitianas (Fig. 2), con las cuales han obtenido buenas capturas, esto ha creado entusiasmo en la mayoría de los miembros de las cooperativas pesqueras que operan en las inmediaciones del Arrecife Alacranes.

Aunque las diferentes evaluaciones realizadas sobre el recurso indican que éste se encuentra explotado por abajo del Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) y aunque en varios aspectos es beneficioso el uso de trampas, es conveniente evaluar el efecto que puede tener la incorporación de estas estructuras a la población de langosta, ya que un incremento del esfuerzo en cualquier fracción de la población debe ser evaluada para que al considerar cualquier acción regulatoria esté bien fundamentada.

El objetivo de este trabajo entonces es estimar la captura esperada y la probabilidad de encontrar langosta en una trampa utilizando métodos numéricos de cálculo intensivo y discutir sobre la regulación del uso de trampas con el fin de no afectar a la población desovante.

ÁREA DE ESTUDIO

El Arrecife Alacranes en honor a su nombre permite suponer la peligrosidad del mismo para el tráfico de embarcaciones, se encuentra ubicado en la parte inferior derecha del Golfo de México, a 65 millas náuticas al Norte de Progreso, Yucatán y coordenadas geográficas 22° 22.00' Latitud Norte, 89° 40.5' Longitud Oeste. El área donde se realizó la investigación está comprendida entre los 22° 22.0' - 22° 35.5' Latitud Norte y 89° 36.5' - 89° 49.0' Longitud Oeste.

METODO

El calado de las trampas se hizo a través de una embarcación de mediana altura, dotado de un cabrestante hidráulico y motor diesel estacionario.

Las trampas se calaron en el fondo del mar sin amarres, alineadas en forma paralela a la configuración de las formaciones coralinas. La detección de estas formaciones coralinas se hizo por medio de una videosonda y para la ubicación de los equipos y tipos de fondo se utilizaron el navegador (GPS) y el LORAN. La revisión de los equipos se dio cada segundo día. La recuperación de las trampas se hizo desde una embarcación menor de fibra de vidrio (27 pies de eslora), con motor fuera de borda de 55 HP.

De los organismos capturados se registraron peso total (PT), peso abdominal (PA), longitud total o antenular (LT), longitud de la cola (LA), y longitud del cefalotórax (LC). Se obtuvieron también muestras de gónadas (que serán utilizadas en otro análisis), las coordenadas geográficas inicial-final y la profundidad.

La captura de las trampas se modeló mediante dos procesos: a) la presencia o ausencia de langostas en las trampas revisadas y b) el número de langostas que ocurrieron en las trampas. En el primer caso se modeló como un proceso Bernoulli y en el segundo caso se utilizó la distribución Poisson. Para la estimación de los parámetros de estos modelos se utilizaron

estimadores de máxima verosimilitud Este modelo se usó anteriormente por Ríos *et al.*, 1997. El modelo calcula primero el número de ocurrencias de langostas en las trampas revisadas y para cada caso se simula con un generador de números aleatorios con distribución geométrica, un número de organismos, la captura en peso es el producto del número de organismos por el peso medio de las colas o abdómenes; este procedimiento se repite 10 000 veces para 10, 20, 30 y 40 trampas revisadas. Los resultados de las simulaciones fueron acumulados en intervalos de 1 Kg, entre 0 y 30 kg .

RESULTADOS

Las trampas fueron caladas a una profundidad mayor a las 30 brazas (54 m). Los rendimientos obtenidos por buceo durante la misma época en que se realizaron los experimentos, es decir a final de temporada fueron menores que los obtenidos con trampas. En la Tabla 1 se presentan en forma resumida las mediciones que se obtuvieron durante la campaña de pesca y sirvieron para parametrizar los modelos utilizados en este trabajo.

Tabla 1. Características medidas durante el viaje de pesca realizado con trampas en las inmediaciones del Arrecife Alacranes en febrero de 1999.

Días de pesca	9
Horas de pesca / día	10
Número de trampas utilizadas	75
Número de trampas revisadas	127
Captura por unidad de esfuerzo media por trampa	2.08
Captura total	209.76
Longitud abdominal media	20.8 cm
Peso abdominal medio	380.6 g
Proporción de hembras parchadas	66 %
Probabilidad de captura de una trampa	0.79
Número de organismos por trampa que captura	5.46

Los resultados de las estimaciones de la captura media de langosta fue de: 15.91 kg para 10 trampas, de 30.26 kg para 20 trampas, de 44.24 Kg para 30 trampas y de 51.53 kg para 40 trampas. En la figura 3 se puede observar la distribución de probabilidad para estas capturas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La operación de las trampas se hace a profundidades mayores a las 30 brazas (54 m) en donde presumiblemente se encuentra la parte de la población adulta. Un indicador de ello es la longitud y peso medio registrado y la proporción de hembras grávidas capturadas.

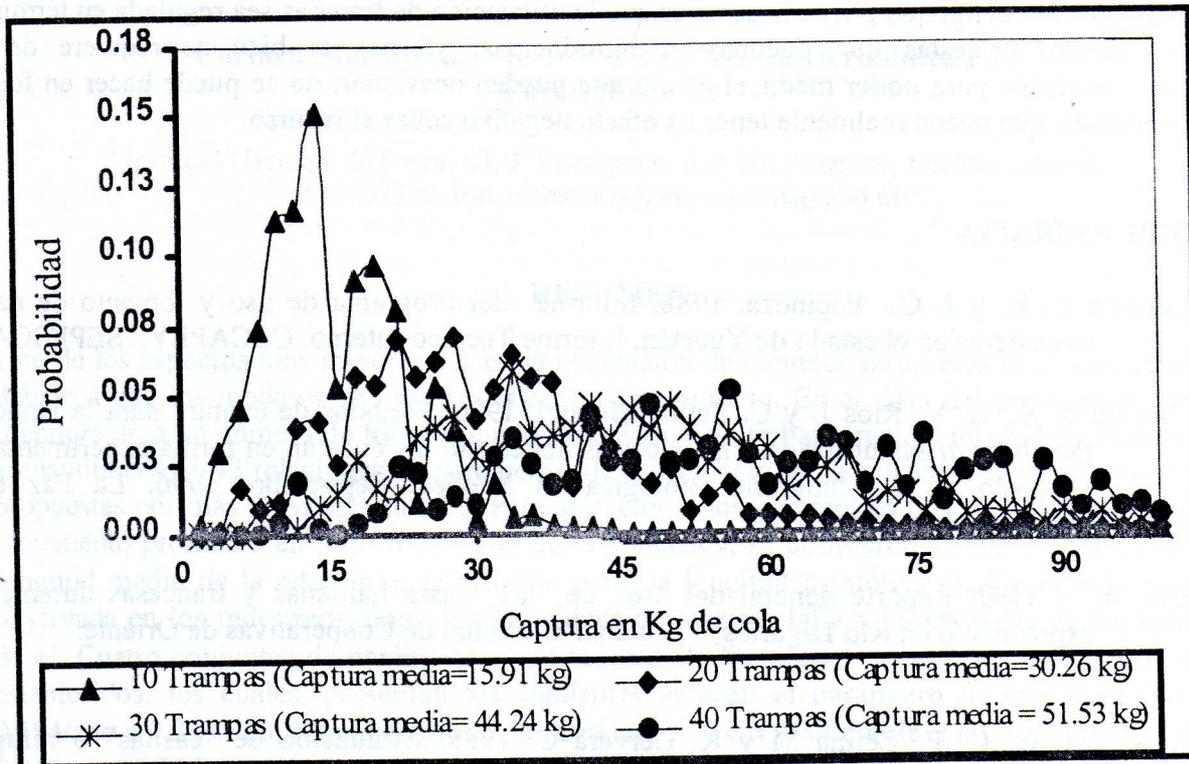


Figura 3., Distribución de probabilidad de la captura en kg entre 10 y 40 trampas

La desventaja posibles del uso de las trampas en la zona y en las profundidades donde fueron operadas es que el porcentaje de hembras parchadas es muy alto, de tal manera que la generalización de este método de pesca puede afectar a la población reproductora que en las condiciones actuales de la pesquería no es accesible a la pesca.

Sin embargo este análisis por si sólo no puede dar los elementos para dar una opinión bien fundamentada sobre la conveniencia o no del uso de las trampas, ni tampoco se deben hacer a un lado los beneficios que estos artes proporcionan a los pescadores (acceso a áreas poco explotadas, disminución del número de accidentes de buceo y diversificación en la forma de comercialización), debe haber un equilibrio entre los beneficios que se pueden obtener y las inconveniencias que surgen al usar las trampas.

Entonces los resultados aquí presentados deben ser considerados como una primera parte de una investigación que no hay que descuidar dada su importancia en el uso sustentable de la langosta. Es relevante incrementar el número de observaciones a lo largo de la temporada de pesca y se debe observar también el comportamiento de las capturas en otras áreas tradicionales de captura como el interior del Arrecife Alacranes y la costa a través del tiempo para ver si hay

un efecto real sobre otras fracciones de la población (juveniles y preadultos).

Una recomendación que puede hacerse es que la utilización de trampas sea regulada en términos del número de éstas que pueden ser introducidas, ya que si bien se requiere de su funcionamiento para poder medir el efecto que pueden ocasionar, no se puede hacer en forma desmedida, que pueda realmente tener un efecto negativo sobre el recurso.

BIBLIOGRAFIA

- Cervera, C. K. y J. C. Espinoza. 1988. Informe del Programa de uso y fomento de nasas langosteras en el estado de Yucatán. Informe Técnico Interno. CECAPEY. SEPESCA.
- Cervera C. K., G. V. Ríos L y C. Zetina Moguel. 1996. Métodos de captura para la langosta *Panulirus argus* utilizadas en las costas del estado de Yucatán en forma experimental II Simposio de Oceanografía Biológica en México. Septiembre 1996. La Paz baja California Sur. México.
- Chí, R. F. 1992. Reporte general del uso de las nasas haitianas y francesas durante un experimento en Río Lagartos, Yucatán. Federación de Cooperativas de Oriente.
- Ríos L. G.V., C. E. Zetina M y K. Cervera C. 1995. Evaluación de "casitas" o refugios artificiales introducidos en la costa oriente del estado de Yucatán para la captura de langostas. Rev. Cub. de Inv. Pesq. 1995. Vol 19-2. 50-56.
- Ríos L. G. V. , C. E Zetina M. y K. Cervera C. 1997. Evaluación de la captura de langosta realizada con el pesquero levable en la costa oriente de Yucatán. II Taller Binacional México-Cuba. Las langostas espinosas de América. Octubre de 1997. Mazatlán, Sinaloa México.
- Ríos L. G. V., C. Zetina M., K. Cervera C., R. Mena A. y F. Chablé E. 1998. La pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus* en las costas del estado de Yucatán. Contribuciones de Investigación Pesquera. Documento Técnico No. 6. Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. INP. SEMARNAP. 36 p.

CRECIMIENTO Y RELACIONES MORFOMETRICAS DEL MERO (*Epinephelus morio*) EN EL BANCO DE CAMPECHE

Carmen Monroy G., Víctor Moreno, Alvaro Hernández F., y
Carlos Mena G.

* Instituto Nacional de Pesca, CRIP Yucalpetén A.P. 73, Progreso, Yucatán, México,
C.P. 97320. Email: cmonroy@inp.semarnap.gob.mx

RESUMEN

Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de recursos pesqueros es el crecimiento, debido a que los modelos son muy sensibles a éste proceso. En el caso del mero, existe en la literatura un gran número de formas que lo describen. Este trabajo, realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de 43 relaciones de parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, propuestas por más de veinte autores. Para seleccionar los parámetros que mejor representan el incremento promedio en peso o longitud de la población, se definieron criterios basados en: la longitud media de la edad uno; la relación entre la longitud asintótica (L_{∞}) y la información observada en los muestreos, entre los individuos de máxima talla y la tendencia de los valores de ϕ' . Cuatro conjuntos de parámetros reportados en la literatura, cumplieron con los criterios establecidos, los cuales, presentan los siguientes valores: el parámetro de curvatura (K) de 0.194/año a 0.225/año; longitud asintótica (L_{∞}) entre 79 cm y 85 cm de longitud furcal; t_0 de -0.413 a -0.070 y del índice de crecimiento estándar ϕ' de 3.14 a 3.18. Además, se hicieron estimaciones de las relaciones entre: longitud total (LT) y longitud furcal (LF), peso total (PT) y Peso eviscerado (Pe), longitud total (LT) y peso total (PT) para hembras y machos. Las relaciones se establecieron por análisis de regresión lineal y multiplicativa. El criterio de selección del modelo fue el análisis de varianza de la regresión, la prueba de significancia para los coeficientes y el coeficiente de correlación. También, se realizó una comparación con la distribución de frecuencia de longitudes entre machos y hembras, se encontraron suficientes evidencias para decir que son estadísticamente diferentes a un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Los datos se obtuvieron de muestreos en los diferentes puertos de la costa yucateca, en plantas procesadoras del producto en Progreso Yucatán y de 25 cruceros de investigación realizados en el Banco de Campeche.

Palabras claves: Mero, *Epinephelus morio*, Banco de Campeche, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

La pesquería de mero *Epinephelus morio* es uno de los recursos pesqueros más importantes para el estado de Yucatán. Hasta 1995 ocupó el primer lugar en volumen de captura y valor económico. Es un recurso que se captura todo el año y contribuye con alrededor de 12,000 empleos fijos entre pescadores y personal de las plantas procesadoras. Además, genera divisas ya que gran parte de la producción se exporta a los EUA. Por esto se considera una actividad de gran importancia en el desarrollo regional (SEMARNAP, 1999).

En la administración moderna de los recursos pesqueros, los modelos matemáticos son una herramienta importante. En los modelos estructurados por edades las cohortes son un concepto básico, donde la mortalidad, el reclutamiento y el crecimiento individual son los factores que rigen el tamaño de una población. Un punto nodal de estos modelos es la transición de los datos de frecuencias de longitudes a edades (relativas). En este punto, tiene gran influencia la estimación de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy.

Para esta especie existen múltiples aproximaciones a los parámetros de crecimiento (k , L_{∞} y t_0), obtenidas por métodos directos con estructuras duras (otolitos y escamas) y métodos indirectos con frecuencia de longitudes. También son de importancia los parámetros de la relación peso-longitud. Por lo que los objetivos del presente trabajo, son realizar una selección de los parámetros de crecimiento que representen el incremento promedio en peso o longitud de la población *Epinephelus morio*, en el Banco de Campeche, con criterios biológicos y del índice ϕ' previamente establecidos. Además se presentan las relaciones morfométricas de Peso-Longitud.

MATERIALES Y METODOS

Edad y crecimiento

La información de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, fue obtenida de la literatura. Para seleccionar los parámetros que mejor representan el incremento promedio en peso o longitud de la población de *E. Morio* en la zona de estudio, se definieron los siguientes criterios básicos, los cuales fueron discutidos y establecidos por los autores, basándose en la literatura y de manera importante en la experiencia de las observaciones en los muestreos, por ejemplo un criterio para la L_{∞} es la observación entre los individuos de máxima talla y conocimiento de la especie:

- La longitud media de la edad uno debe ser mayor a 11.58 cm y menor a 20cm
- La longitud asintótica (L_{∞}) debe ser mayor a 70 cm y menor de 95 cm
- De las curvas que cumplieran con los dos criterios anteriores, se estimó el valor promedio del índice de crecimiento ϕ' ($\phi' = \log_{10} K + \log_{10} L_{\infty}$) y se seleccionaron las curvas de crecimiento cuyas ϕ' fueron más próximas a este valor promedio.
- De las curvas seleccionadas, se eligieron las curvas obtenidas por métodos directos por tener bases biológicas más firmes que los métodos indirectos.

Para el análisis de las relaciones morfométricas, la información se obtuvo de tres diferentes fuentes. 637 organismos muestreados en 1992 y 1999 en las plantas procesadoras del puerto de Progreso, donde desembarca la flota mayor yucateca y 221 organismos muestreados en 1992 y 1994 en los centros de recepción de los diferentes puertos del Estado, donde desembarca la flota artesanal. A estos organismos se les tomó la longitud furcal (LF) y el peso eviscerado (Pe). Además, se utilizó información de 25 cruceros de investigación realizados entre 1986 y 1997; durante estos cruceros se capturaron 7,322 organismos, de los cuales 6,403 fueron hembras, 750 machos y 169 individuos en transición. A cada organismo se le tomaron las siguientes medidas: longitud total (LT), Longitud furcal (LF), Peso total (PT) y peso eviscerado (Pe). Se les determinó el sexo por apreciación visual de la gónada.

Las longitudes se midieron con un ictiómetro y con una precisión de un centímetro. El peso corporal se midió, con una balanza electrónica de 20 kilos y una precisión de 1 g, para las muestras obtenidas en planta y costa. En el caso, de los organismos capturados en los cruceros, se utilizó una balanza comercial de carátula de reloj, con una capacidad de 15 kg. y una precisión de 25 g. Se utilizó el análisis de regresión, para establecer las relaciones entre LT-LF, PT-Pe, PT-LT y Pe-LF, con el modelo lineal ($Y=a+bx$) y multiplicativo ($Y=Axb$). El criterio de selección del modelo fue el análisis de varianza de la regresión, la prueba de significancia para los coeficientes y el coeficiente de correlación (Zar, 1984). En la relación Peso-Longitud (modelo linearizado), se realizó una comparación de las pendientes y del valor que intercepta la ordenada entre las funciones seleccionada de machos-hembras y entre las diversas fuentes de información (costa, plantas vs. cruceros) (Zar, 1984). Además, se utilizó la prueba t-Student (Steel y Torrie, 1985), para ver si existía diferencia en la distribución de frecuencias de longitudes entre machos y hembras.

RESULTADOS

Parámetros de crecimiento

En el Anexo I, se presentan los parámetros de crecimiento que se analizaron para el mero *E. morio* en el Banco de Campeche. Los diferentes métodos directos e indirecto, utilizados en la estimación de los parámetros de crecimiento presentaron una gama de valores, que van: para el parámetro de curvatura (K) entre 0.056/año a 0.909/año; de la longitud asintótica (L_{∞}) entre 75.6 a 130 cm de longitud total y de t_0 entre -1.544/año a 3.160/año.

De los 43 juegos de datos que se analizaron 11 cumplieron con los dos primeros criterios, esto es la clase de edad uno entre 12 y 20 cm y la L_{∞} que fuera mayor de 70 cm y menor de 95 cm. De los 11, se seleccionaron 4 con un intervalo de ϕ' entre 3.14 y 3.18 que se acercan al promedio de las 11 que fue de 3.16 (Tabla 1).

El criterio final que se tomo en cuenta para seleccionar un juego de datos e incorporarlos en un modelo estructurado por edades para la evaluación del recurso, fue que el método utilizado fuera directo, ya que se supone que tiene mayores bases biológicas, por lo que el juego de valores elegidos fueron los estimados por Rodríguez (1994), con lectura de otolitos y la aproximación L.M.R.P.

Sin embargo, para el conjunto de parámetro seleccionados se estimó la longitud media teórica para cada clase de edad y las curvas de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, las cuales fueron muy similares entre sí (Fig. 1.)

Tabla 1. Los 4 juegos de parámetros seleccionados de la ecuación von Bertalanffy que describen el crecimiento para *E. morio*, en el Banco de Campeche. Que cumplen con los criterios establecidos.

	1 Arreguín (1988)	2 Rodríguez (1994)	3 Rodríguez (1994)	4 Rodríguez (1994)
<i>Método utilizado</i>	ELEFAN	Sheperd	Otolitos (L.M. R.P)*	Otolitos (L.M. R)**
L_{∞}	85.1	82.28	82.7	79.1
$K/año$	0.194	0.225	0.21	0.221
$T/año$	-0.413	----	-0.07	-0.33
ϕ	3.15	3.18	3.16	3.14

*Longitud media retrocalculada y ponderada (L.M.R.P)

** Longitud media retrocalculada (L.M.R)

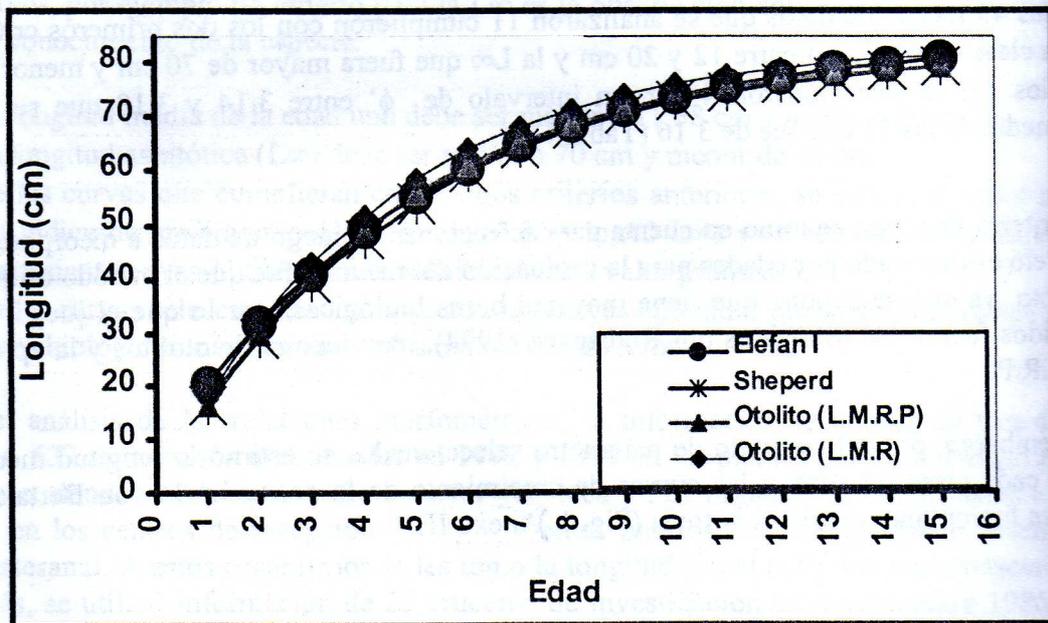


Figura 1. Curvas teóricas de crecimiento de *E. morio*, obtenidas del Conjunto de parámetros seleccionados, que cumplieron con los criterios previamente establecidos.

Peso-Longitud

En el análisis de la relación Peso-Longitud, se contó con una muestra de 8,180 organismos. De éstos, 637 fueron muestreados en plantas procesadoras, donde desembarca la flota mayor yucateca, estos se encontraban en un intervalo de 29 a 88 cm de longitud furcal. Además, de 221 organismos medidos a lo largo de los diferentes puertos del Estado, con un intervalo de 23 a 42 cm de longitud furcal. En cuanto, a los 7,322 organismos medidos en los cruceros de investigación, 6,403 fueron hembras de 22 a 87 cm de longitud furcal, media de 45 cm y desviación estándar de 12.01; y 750 machos de 30 a 90 cm de longitud furcal, con media de 56cm y desviación estándar de 16.14.

Los modelos que mejor representan las diferentes relaciones morfométricas de *E. Morio*, son: para la relación LT-LF, PT-Pe el modelo lineal y para PT-LT, Pe-LF el modelo multiplicativo (Tabla 2).

Tabla 2. Relaciones morfométricas del mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche y el coeficiente de determinación. Longitud total (LT), Longitud furcal (LF), Peso total (PT) y peso eviscerado (Pe).

No.	Hembras	P	r ²
1	PT = 5.31*10 ⁻⁶ LT ^{3.238}	<0.001	0.94
2	Pe = 3.27*10 ⁻⁶ LF ^{3.369}	<0.001	0.94
3	PT = 0.042+1.069 Pe	<0.001	0.99
4	LT = - 0.619+1.052 LF	<0.001	0.99
No.	Machos	P	r ²
1	PT= 8.37*10 ⁻⁶ LT ^{3.134}	<0.001	0.94
2	Pe = 5.01*10 ⁻⁶ LF ^{3.270}	<0.001	0.94
3	PT= 0.056+1.064Pe	<0.001	0.99
4	LT= -1.01+1.06 LF	<0.001	0.99
No.	Ambos sexos	P	r ²
Crucero	Pe= 3.08*10 ⁻⁶ LF ^{3.384}	<0.001	0.94
Planta	Pe= 1.21*10 ⁻⁵ LF ^{3.074}	<0.001	0.97
Costa	Pe = 8.78*10 ⁻⁶ LF ^{3.160}	<0.001	0.85
No.	Ambos sexos (crucers)	p	r ²
1	LT = -0.673+1.053LF	<0.001	0.99
2	PT = 0.044+1.068Pe	<0.001	0.99
3	PT = 5.03*10 ⁻⁶ LT ^{3.252}	<0.001	0.94
4	Pe = 3.08*10 ⁻⁶ LF ^{3.384}	<0.001	0.94

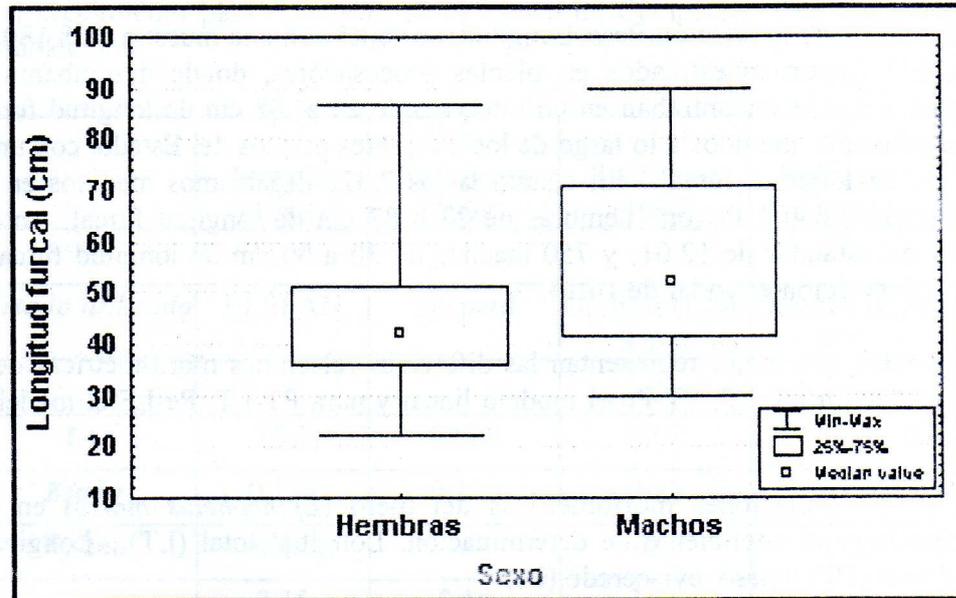


Figura 2. Distribución de frecuencias de longitudes entre machos y hembras del mero *E. morio* en el Banco de Campeche.

Respecto a la distribución de frecuencia de longitudes entre machos y hembras de *Epinephelus morio*, el resultado de la prueba de t-student proporcionó evidencias para pensar que son estadísticamente diferentes a un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$, $t = -22.24$) (Fig. 2).

Al comparar las pendientes y el valor que intercepta a la ordenada, en la relación Peso-Longitud (forma linealizada), entre las diversas fuentes de muestreo (cruceros vs planta y costa) y entre hembras- machos, éstas no fueron significativamente diferentes (Figs. 3 a, 3b, 3c, y 3d).

DISCUSIÓN

A pesar de la gran cantidad de valores de los parámetros de crecimiento que existe sobre el recurso, los dos primeros criterios son básicos ya que representan la primera clase de edad y la longitud asintótica (L_{∞}) de la especie. La gran mayoría de las estimaciones (75%), no cumplieron con los criterios previamente establecidos. Por lo tanto, podríamos decir que éstos no son buenos descriptores del incremento promedio en peso o longitud de la población, cuando se comparan con datos reales obtenidos en los muestreos de campo.

Evidentemente los métodos directos tiene mayor solides, ya que estos se basan en cuantificar el número de anillos de crecimiento, lo que permite establecer con claridad las clases de edad. En cambio los métodos indirectos están basados en el análisis de frecuencias de longitudes, en

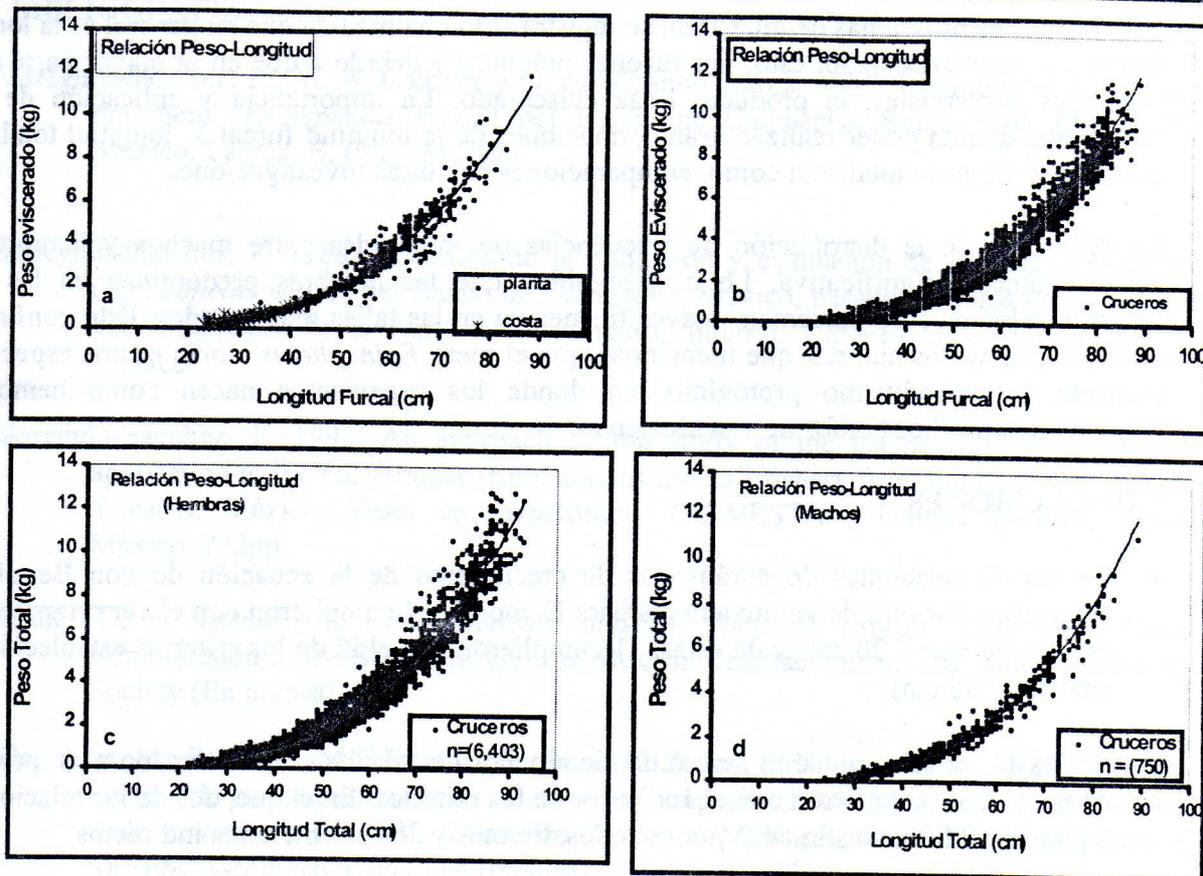


Figura 3. Relación peso-longitud del mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche, a) organismos muestreados en planta y costa, b) cruceros, c) hembras y d) machos.

donde se hace un seguimiento de las modas. Para lo cual, se requiere que la especie presente estas modas. Especies de vida larga como el mero se caracterizan por la sobreposición de clases modales sucesivas que dificulta la obtención de los parámetros de crecimiento. Las modas se van perdiendo y aunque en los primeros años pueden ser claras, los organismos más viejos pueden presentar modas espurias que no representen realmente a las cohortes. Además, las muestras se obtienen de la captura comercial que se basan en gran medida en las primeras cuatro clases de edad y las clases posteriores están pobremente representadas. Para una especie longeva que puede rebasar los 10 años de edad, esto resulta riesgoso. Sin embargo, de las cuatro relaciones de parámetros seleccionados, dos fueron obtenidos por métodos indirectos, lo que puede significar un conocimiento previo de la biología de la especie y del mecanismo de los algoritmos de los diferentes métodos, como podría ser el caso de Arreguín (1988) y Rodríguez (1994).

Respecto a los resultados obtenidos en las comparaciones de las relaciones morfométricas, éstas son de gran utilidad para la evaluación del recurso, debido a que muchos análisis requieren de la estimación del peso individual del organismo, para poder estimar el peso medio y otros estadísticos de la población. Asimismo, se considera que generalmente en la

mayoría de los programas de muestreo, se registra solo una medida que en general es la longitud furcal y/o peso eviscerado, esto, por razones prácticas y debido a que en la mayor parte de las descargas comerciales, el producto llega eviscerado. La importancia y aplicación de estos resultados, facilita poder realizar transformaciones de la longitud furcal a longitud total, peso eviscerado y/o peso total. Así como, comparaciones con otras investigaciones.

La diferencia en la distribución de frecuencias de longitudes entre machos y hembras fue estadísticamente significativa. Lo cual significa que las hembras predominan en las tallas menores y los machos presentan mayor frecuencia en las tallas más grandes. Esto confirma lo señalado por varios autores, que mencionan que el mero *Epinephelus morio* es una especie que presenta hermafroditismo protogínio, en donde los organismos nacen como hembras y cambiando a machos conforme van creciendo.

CONCLUSIONES

- De las 43 relaciones de parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, propuestas por más de veinte autores para *E. morio*, 14 cumplieron con el 1er criterio (11.58 cm < edad uno < 20 cm) y de éstas, 11 cumplieron con el 2º de los criterios establecidos (71 cm < L_{∞} < 95 cm).
- De las 11, se seleccionaron cuatro donde el valor de ϕ' fue el más cercano a ϕ' promedio de las 11 que cumplieron con el 1er y 2or de los criterios. En el que, dos de las relaciones de parámetros, fueron estimados por métodos directos y dos por métodos indirectos.
- Se propone usar en evaluaciones del recurso, los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos por medio de otolitos y con longitudes medias retrocalculadas y ponderadas (L.M.R.P) (Rodríguez, 1994). Donde su valor de ϕ' es el más cercano a ϕ' promedio de los 11 que cumplieron con los criterios previamente establecidos. Estos valores se privilegiaron por proceder de un método directo, ya que se supone que tienen supuestos fisiológicas que separan las clases de edad.
- Al comparar la distribución de frecuencia de longitudes entre machos y hembras, se encontraron suficientes evidencias para pensar que son estadísticamente diferentes a un nivel de confianza del 95%.
- Al compara las pendientes y el valor que intercepta las ordenadas en las relaciones Peso-Longitud (modelo linearizado), no se encontraron diferencias estadísticamente significativa, entre machos y hembras, ni entre los valores de las diversas fuentes de muestreo (costa, plantas y cruceros).

BIBLIOGRAFIA

- Arreguín-Sánchez, F.; M. A. Cabrera y G. Mexicano-Cíntora. 1987. Dinámica de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche, Simp. Biol. Ocean. Pesq. México. La Paz, B. C. S., México.
- Arreguín-Sánchez, F. 1988. Dinámica de la población y evaluación de la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche, México, basado en datos de composición por longitudes de la captura. Documento. Interno. CINVESTAV-Mérida, del INP. México
- Arreguín-Sánchez, F. 1992. An approach to the study of the catchability coefficient with application to the red grouper (*Epinephelus morio*) fishery from the continental shelf of Yucatán, México. Tesis de Doctorado. CINVESTAV, Unidad Mérida, Yucatán, México. 222pp.
- Brulé, T., C. Déniel., T. Colás Marrufo and M. Aánchez Crespo. 1996. Red Grouper Reproduction in the Southern Gulf of Mexico. Transactions of the American Fisheries Society (En prensa).
- Contreras, M., R. Reyes, M. Sáenz, F. Mendoza, C. Zetina, S. Nieto y J. Pol. 1987. Informe del crucero de investigaciones en el Banco de Campeche, LAM-87-05, del 20 de octubre al 4 de noviembre de 1987. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).
- Cháves, E. A. y Arreguín-Sánchez. 1986. Evaluación de los recursos pesqueros de la Península de Yucatán, México. Inf. Invest. CINVESTAV-INP. Unidad Mérida, Yucatán México.
- Fuentes, D. 1987. La pesquería del mero en el Banco de Campeche. VII Congreso de Oceanografía. Ensenada B.C. 27-31 México.
- González, P.D., S.Zupanovic y H.E. Ramis. 1974. Biología pesquera de la cherna americana del Banco de Campeche. INP/CIP, Cuba, Res. Invest., 1:107-111.
- Moe, M. A. 1969. Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes) from the Eastern Gulf of Mexico. Florida Dpt, Nat, Res., Prof. Pap. Aer. 10. 95 pp.
- Moreno, V. G., M. Contreras, R. Burgos, J. C. Mena, R. Valdés y S. Nieto. 1995. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1990-1994. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).
- Moreno, V. G., Hernández F., M. Contreras, R. Burgos J., E. Giménes H. y S. Nieto M. 1997. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1958-1996. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito)

- Muhlia, A. 1976. Aspectos biológicos pesqueros de *Epinephelus morio*, (Valenciennes) "mero". Mem. Simp. Nal. Recursos pesqueros marinos de México S.I.C. I.N.P. 223-264.
- Guzmán, V. E. 1986. Contribución al conocimiento de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) de las costas de Yucatán. Tesis Licenciatura, UNAM. México. U.A.N.L. México.
- Rodríguez, H. S. 1986. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes) del Banco de Campeche utilizando dos estructuras (otolito y hueso mesopterigoide). Tesis de Licenciatura. U.A.N.L. México.
- Rodríguez, H. S. 1994. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes) en mediante la lectura de otolitos y cuatro métodos basados en frecuencias de longitudes. Tesis de maestría en Biología Marina. Univ. de La Habana, Cuba.
- Salazar, A.R. 1988. Contribución al conocimiento de la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la flota menor de las costas de Yucatán. Tesis Profesional, UNAM. ENEP-Iztacala, México.
- SEMARNAP. 1999. Reunión de trabajo para avanzar en el ordenamiento pesquero de la entidad. Secretaría del Medio Ambiente recursos Naturales y Pesca. Delegación Yucatán México.
- Steel, R. G., & J. H. Torrie. 1985. Bioestadística, principios y procedimientos. 2ª Ed. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
- Valdes, E. y G. Padrón, 1980. Pesquerías de palangre. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(2):38-52.
- Valdés, R., V. Moreno, S. Nieto, M. E. González, J. Pol, V. Ríos, C. Zetina, R. Burgos y M. Contreras. (1991). Informe de Investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche, 1991. Convenio de pesca México-Cuba, CRIP-Yucalpetén INP, SEPESCA-México, CIP-Cuba (inédito).
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. 2ª Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, EE.UU. 718 pp.

Anexo I. Parámetros del modelo de von Bertalanffy y su correspondiente phi prima (ϕ'), para *Epinephelus morio* del Banco de Campeche, estimados por varios autores.

No.	K	L ∞	To	ϕ'	Método	Autor
1	0.179	79.2	-0.449	3.05	Otolitos (Long. Media)	Moe (1969)
2	0.9092	87.5		3.84	H. urohial	González <i>et al.</i> (1974)
3	0.113	92.8	0.096	2.99	Otolitos (Long. Media)	Muhlia (1976)
4	0.056	95.4	3.160	2.71	Método indirecto	Ramos, <i>et al.</i> (1980)
5	0.100	86.0	1.500	2.87	H. Urohial (Retrocalculo)	Valdés y Padrón (1980)
6	0.159	80.2	-1.210	3.01	Otolitos (Long. Media)	Doi, <i>et al.</i> (1981)
7	0.185	82.0	-0.666	3.09	Otolitos (Retrocalculo)	Rodríguez (1986)
8	0.123	89.0	-0.563	2.99	H. Urohial (Retrocalculo)	Rodríguez (1986)
9	0.120	93.6	-1.211	3.02	Otolitos	Guzmán (1986)
10	0.171	98.5	0.272	3.22	Elefan I (Frec. Long.)	Arreguín <i>et al.</i> (1987)
11	0.194	85.1	-0.413	3.15	Elefan I (Frec. Long.)	Arreguín (1988)
12	0.095	96.0	-0.266	2.94	Método indirecto	Fuentes (1987)
13	0.135	82.1		2.96	Otolitos (Long. Media)	Salazar (1988)
14	0.119	87.0		2.95	SLCA (Frec. Long.)	Arreguín (1992)
15	0.135	82.1		2.96		Chávez y Arreguín (1986)
16	0.105	96.3	-1.926	2.99	H. urohial	Contreras <i>et al.</i> (1987)
17	0.120	93.6		3.02		Valdés <i>et al.</i> (1991)
18	0.215	91.0		3.25		Moreno <i>et al.</i> (1995)
29	0.310	97.1		3.47	Método indirecto	Moreno <i>et al.</i> (1997)
20	0.208	81.8	-0.666	3.14	Otolito (LMR) (Inf. 1984)	Rodríguez (1994)
21	0.187	83.8	0.350	3.12	Otolito (LMRP) (Inf.1984)	Rodríguez (1994)
22	0.211	81.6	-0.580	3.15	Otolito (LMR) (Inf.1989)	Rodríguez (1994)
23	0.210	82.7	-0.070	3.16	Otolito (LMRP) (Inf.1989)	Rodríguez (1994)
24	0.221	79.1	-0.330	3.14	Otolito (LMR)(Inf. 1991)	Rodríguez (1994)
25	0.243	75.6	0.560	3.14	Otolito LMRP)(Inf. 1991)	Rodríguez (1994)
26	0.189	81.8	-1.128	3.10	Est. Optimizada (LMR)	Rodríguez (1994)
27	0.226	86.5	-0.712	3.23	Lsup. Optimizada	Rodríguez (1994)
28	0.153	77.0	-1.544	2.96	Linf. Optimizada	Rodríguez (1994)
29	0.150	100.30		3.18	Powell y Wetherall (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
30	0.350	98.95		3.53	ELEFAN (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
31	0.160	78.88		3.00	PROJMAT (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
32	0.225	82.28		3.18	Sheperd (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
33	0.410	85.80		3.48	Powell y Wetherall (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
34	0.348	83.82		3.39	ELEFAN (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
35	0.401	83.40		3.45	Sheperd (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
36	0.230	90.22		3.27	Powell y Wetherall (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
37	0.296	99.40		3.47	ELEFAN (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
38	0.120	123.00		3.26	PROJMAT (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
39	0.265	93.61		3.37	Sheperd (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
40	0.240	83.69		3.23	Powell y Wetherall (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
41	0.300	127.90		3.69	ELEFAN (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
42	0.210	130.00		3.55	PROJMAT (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)
43	0.195	94.82		3.24	Sheperd (Frec. Long.)	Rodríguez (1994)

MODELO POBLACIONAL DE TORTUGA DE CAREY (*Eretmochelys imbricata*) EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.

Mauricio Garduño A. y Carmen Monroy G.

Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén. INP. A.P. 73, Progreso, Yucatán, México, C.P. 97320. Email: mgarduno@diario1.sureste.com

RESUMEN

Los modelos son una poderosa herramienta para evaluar el tamaño y dinámica de las poblaciones y útiles para hacer predicciones. En este trabajo se presenta un modelo estructurado por edades, para el ajuste del modelo se utilizó la fecundidad estimada en número de nidos y la abundancia de nidos observados en las playas, de los 3 Estados de la Península de Yucatán. Donde anida la tortuga de carey. La serie de tiempo abarca 30 años. A partir de 1990 cuando se estabilizó el valor del esfuerzo en las playas se muestra un claro y sostenido incremento en el número absoluto de nidos y la densidad nidos/km, en toda la Península. Dentro del modelo se supone que este incremento es debido a la disminución de la mortalidad por pesca. En el supuesto de que la mortalidad disminuye por causa de la política de manejo impuesta desde hace 3 décadas, entre las causas principales. Dentro del modelo el porcentaje de madurez se fue incrementando 10% anual a partir de la edad que equivale a las tallas más pequeñas registradas en la playa (aprox. 80 cm LSRC) hasta 100% que corresponde a la moda de la frecuencia de las tallas de hembras de 92 cm LSRC. Los valores de nidos/hembra temporada/nidos, son los obtenidos de las observaciones en Las Coloradas, durante 10 años de marcado. El porcentaje de hebras es de 70%, según los datos de la pesquería cubana. Se uso la curva de crecimiento que se ha generado con los datos de captura recaptura en el área (N=75). Los parámetros antes mencionados proceden de muestras muy grandes y tienen poca incertidumbre. Se uso la función Stock Reclutamiento de Beverton y Holt. Bajo estas condiciones el modelo predice densidades de 37 ind/km² de organismos juveniles (hasta la clase de edad 6), densidades conservadoras que concuerdan con los observados en Río Lagartos.

Palabras clave: Río Lagartos, tortuga de carey, *Eretmochelys imbricata*, Evaluación poblacional.

INTRODUCCION

Entre las prioridades que propone la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en el manejo y conservación de las tortugas marinas está la de estimar los parámetros poblacionales como son: la tasa de crecimiento, tasa de reclutamiento y tasa de mortalidad. Esto con el fin de aplicar modelos matemáticos, los cuales sirven para la estimación del tamaño y la dinámica de la población, además de realizar pronósticos del comportamiento de la población ante la aplicación de diversas políticas de manejo.

La ciencia tiene como objetivo conocer como funciona la naturaleza, una forma básica es la de confrontar ideas o paradigmas, contra los datos que obtenemos directamente de las observaciones de la naturaleza en estudios de campo. Los modelos son representaciones estilizadas, que sirven para la comprobación de las hipótesis.

En la actualidad se han usado modelos estructurados por edades que son una técnica analítica muy poderosa que permite reconstruir la dinámica de la población de peces (en este caso de tortugas) en explotación y que proporciona estimaciones de las tasas de mortalidad y de la abundancia absoluta de la población (Megrey, 1989). Estos son fáciles de modificar para incorporar peculiaridades de la biología del recurso, así como índices de abundancia como el número de nidos por unidad de área (Hilborns y Walters, 1992).

En la Península de Yucatán la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), registra un crecimiento de la población, observándose una recuperación después de décadas de sobreexplotación, esto se manifiesta por el incremento del número absoluto de nidos que se registran en las playas y por la densidad de desoves (nidos/km). Se cuenta con una serie de tiempo que abarca 30 años y a partir de 1990 fueron estandarizados los kilómetros de playa (250 km) que son vigilados anualmente para el registro del número de nidos. Existen playas indicadoras en las que se ha mantenido una constante vigilancia por más de una década y el incremento de nidos es manifiesto (Garduño *et al.*, 1999). Esto dentro de la teoría ecológica se debe a una disminución en la mortalidad.

METODOLOGÍA

Supuestos del Modelo

El modelo asume cambios en el tamaño de la población que son causados por la interacción entre factores que la incrementan como el crecimiento, reclutamiento, fecundidad y otros que la disminuyen como son la mortalidad natural y la mortalidad por pesca (Fig. 1). Se supone que la mortalidad de la población disminuye, ya que se ha restringido la captura de estos organismos y uno los indicadores es que cada día es más raro encontrar artesanías de carey. Además, se discuten ésta y otras causas que probablemente han influido en la disminución de la mortalidad.

El modelo, es de la siguiente forma:

$$N_t = N_0 e^{-zt} \quad (1)$$

donde:

- N_t = es el número de organismos de la cohorte al tiempo t
- N_0 = es el número de organismos de la cohorte al tiempo 0
- zt = es la mortalidad total en el tiempo t
- e = logaritmo natural

$$Z = F + M \quad (2)$$

donde:

Z = mortalidad total
 F = mortalidad por pesca
 M = mortalidad natural

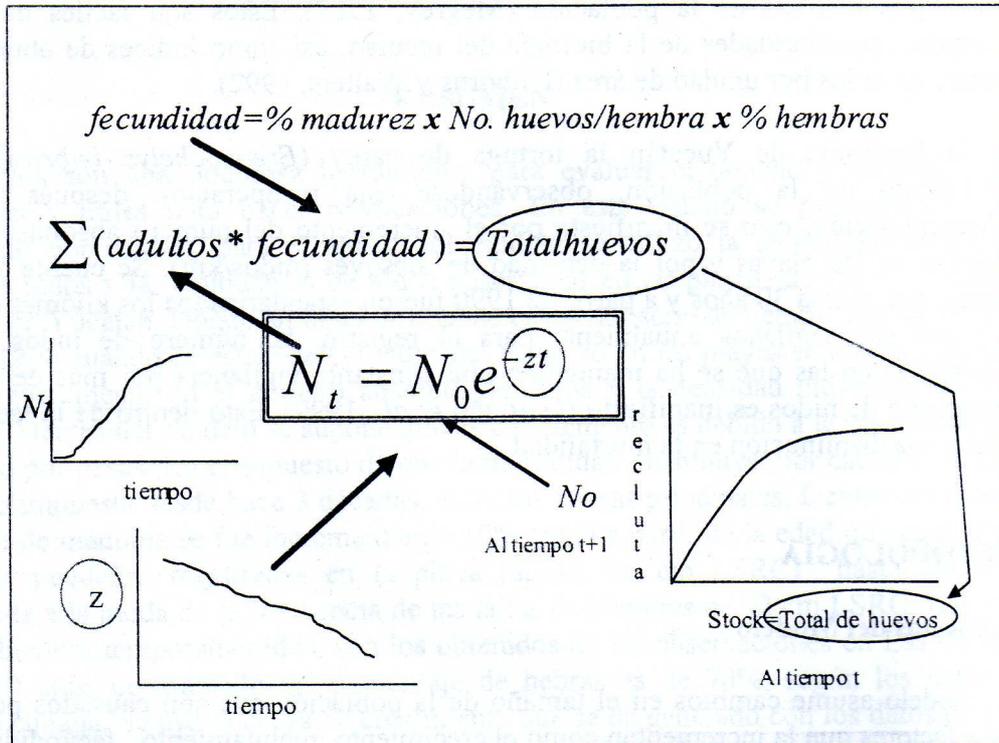


Figura 1. Se muestra un diagrama de flujo de cómo funciona el modelo alrededor de la ecuación básica. El modelo se construye en una hoja de cálculo de Excel en la que cada renglón corresponde a un año (t), a partir del total de huevos del año t se estima el reclutamiento del siguiente año $t+1$.

Stock reclutamiento

La relación Stock-reclutamiento se calculó con la relación propuesta por Mace y Donan (1988):

$$R_t = \frac{S_t}{a + bS_t} \quad (3)$$

$$a = \frac{Bo}{Ro} \left(1 - \frac{z-0.2}{0.8z} \right) \quad (4)$$

$$b = \frac{z-0.2}{0.8zRo} \quad (5)$$

donde:

R_t = es el reclutamiento

S_t = el tamaño del Stock el numero de huevos producidos

B_0 = es el número de huevos producidos en una población virgen

R_0 = es el número de reclutas de una población virgen

z = es la pendiente dela curva

Este análisis consiste en encontrar una relación empírica entre el Stock de reproducción (v.g. hembras desovantes, nidos o huevos producidos por ellas) y la cantidad de organismos de la clase de edad I (Reclutas), que se produce en un desove. Los datos que se tiene de reclutamiento son muy escasos, sin embargo en Río Lagartos existe información desde 1985 a 1999. La información de frecuencias de longitudes muestran una moda entre los organismos de 24 a 26 cm (LRSC; Largo Recto del Caparazón) que se considera la clase de edad I, reclutados a la zona de forrajeo. Existen variación entre los años, algunos con mayor reclutamiento que otros, por ejemplo 1995 y 1996 son años en los que se registraron pocas tortugas de estas tallas comparados con 1997 año con buen reclutamiento.

Ajuste del modelo

El modelo se construyó en una hoja de calculo (Excel), para el ajuste del modelo se utilizó un método de iteración y una función de máxima verosimilitud minimizando la diferencia entre los nidos observados y los estimados por el modelo entre 1969 a 1999. Los parámetros estimados fueron la mortalidad natural y por pesca y un factor que representa como fue disminuyendo la mortalidad por pesca a partir de 1985.

Parámetros de entrada

Madurez

La edad en que alcanzan la madurez las tortugas marina es una interrogante que ha sido ampliamente discutida, uno de los trabajos que presenta datos de observaciones directas por medio de lamparoscopia es el de Limpus y Reed (1985) del que se generó la figura 2, como muchas especies en la naturaleza el porcentaje de organismos maduros aumenta con la talla, esto es, se infiere que las tortugas más pequeñas son más jóvenes en desarrollo y edad. El modelo introduce un vector en el que se asigna a cada clase de edad un porcentaje de madurez (0% a las edades que no son maduras), la madurez se fue incrementando 10% anual a partir de la edad que equivale a la talla más pequeña registrada en la playa (aproximadamente 80 cm LSRC), hasta el 100% que corresponde a la moda de la frecuencia de tallas de hembras registradas en la playa (aproximadamente 92 cm LSRC).

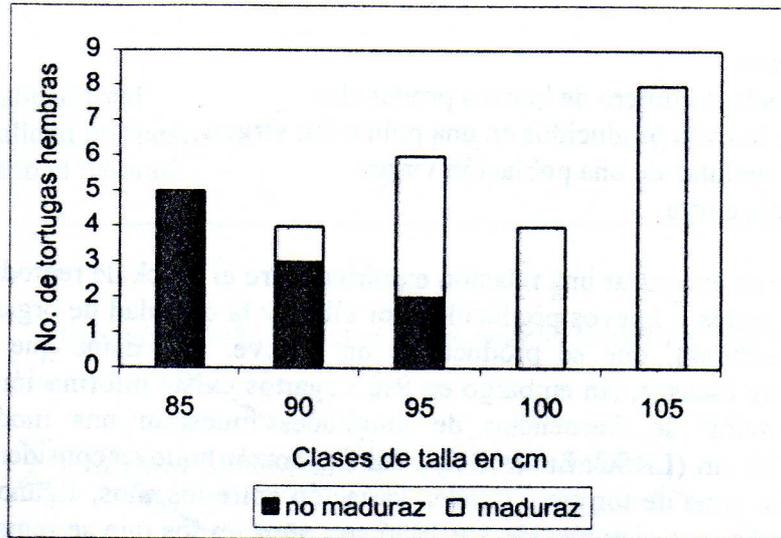


Figura 2. Incremento en la madurez de hembras de tortuga *Chelonia mydas* gráfica compuesta a partir del artículo de Limpus y Reed (1985)

Fecundidad

El número de nidos por hembra en una temporada (2.5) se obtienen de la información del marcado en Las Coloradas, Yucatán durante 10 años (Garduño, 1999). Las tortugas no anidan anualmente sino cada 2 o 3 años con un promedio de 2.5 años. La división entre estos dos valores proporcionan el número de nidos por tortuga. El porcentaje de hebras es de 70%, según los datos reportados de la pesquería cubana.

$$\text{Nidos}_{\text{ por tortuga}} = \frac{2.5 \text{ Nidos}_{\text{ temporada}}}{\text{Temporadas}_{\text{ 2.5 año}}} = 1$$

Crecimiento

Se usaron los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy que se han generado con los datos de captura y recaptura (N=76) en el área de estudio. Los valores fueron para $k = 0.126 \text{ año}^{-1}$ y para $L_{\infty} = 93.1 \text{ cm}$ (Garduño *et al.*, 2000).

RESULTADOS

En la figura 3 se muestra el ajuste del número de nidos que se han observado en las playas y los estimados por el modelo, así como el pronóstico hasta el año 2010.

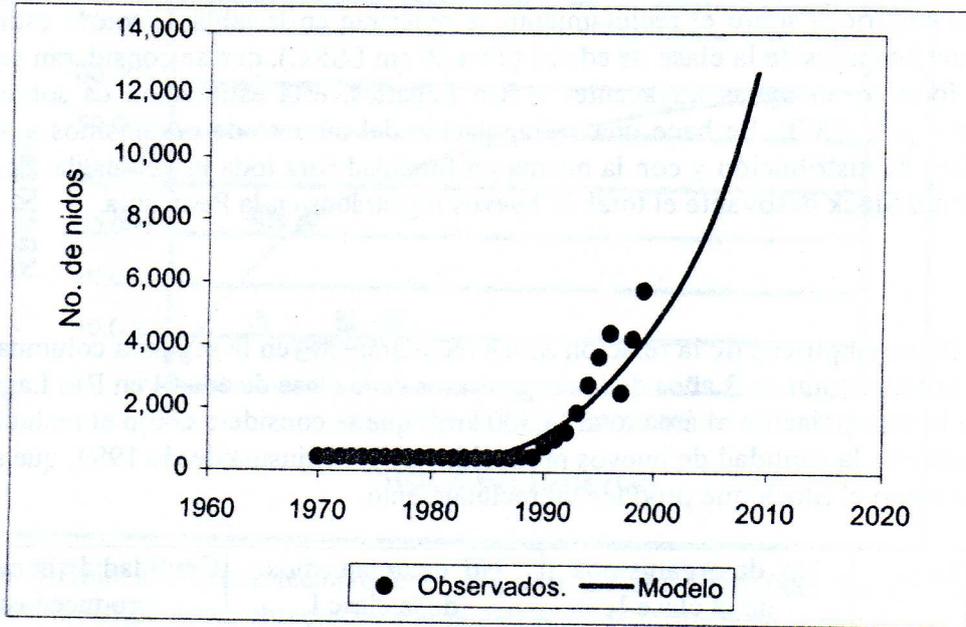


Figura 3. Ajuste del modelo entre el número de nidos registrados en la

En la figura 4 se muestra como disminuye la mortalidad por pesca a partir de 1979 a 1985 quedando sólo el valor de la mortalidad natural. Este factor de disminución es el que permite que se ajuste el modelo en la figura 3.

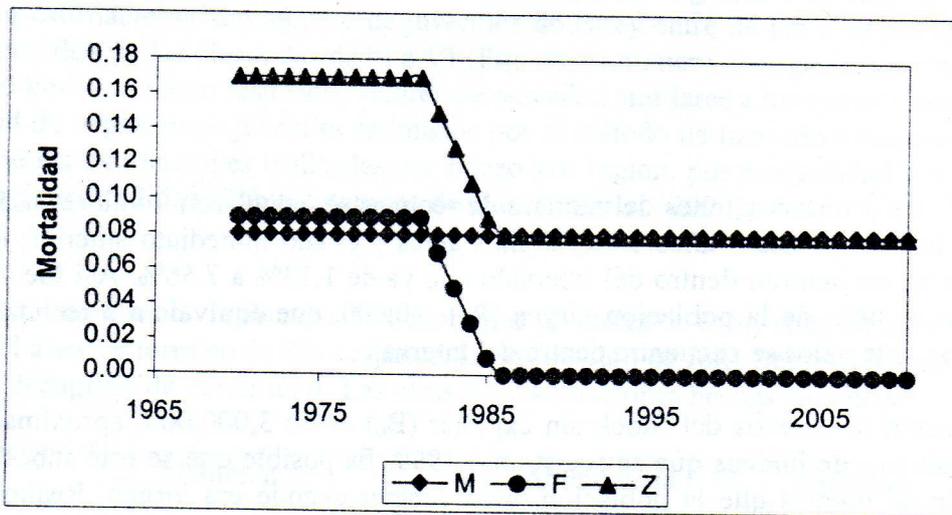


Figura 4. Resultado de la disminución de la mortalidad por pesca hasta el valor de cero. Esto significa que la mortalidad total se iguala al valor de la mortalidad natural.

Stock-reclutamiento

Los datos empíricos sobre el reclutamiento se muestran en la tabla 1, son la estimación de organismos juveniles de la clase de edad I (24 a 26 cm LSRC), que se consideran reclutas a la zona de forrajeo en aguas adyacentes a Río Lagartos, esta estimación es sobre 247 km² (Garduño *et al.*, 2000). Se hace una extrapolación del número de organismos a 4,500 km², posible área de distribución y con la misma profundidad para toda la Península. Se uso como indicador del Stock desovante el total de huevos registrados en la Península.

Tabla 1. Datos empíricos de la relación Stock reclutamiento, en la segunda columna se presenta la estimación de 3 años de los organismos de la clase de edad I en Río Lagartos; en la tercera la extrapolación al área total (4,500 km²) que se considera como el reclutamiento y en la cuarta está la cantidad de huevos producidos de la Península desde 1994, que se considera como el Stock que produce tal reclutamiento.

Año	No. de organismos de la clase I en 247 km ²	No. de organismos de la clase I en 4500 km ²	Cantidad de huevos que producen este reclutamiento.
94			446,822
95			581,907
96			702,004
97	1,842	33,604	402,000
98	435	7,936	672,570
99	755	13,774	912,013

A partir de las 3 observaciones del número de reclutas se calcularon 9 valores usando como Stock los huevos puesto 3 años antes, 2 años antes y el año inmediato anterior; los valores resultantes se encuentran dentro del intervalo que va de 1.13% a 7.56%. Así fue asignado el número de reclutas de la población virgen (R_0) 60,000, que equivale a 2 reclutas por cada 100 huevos, este valor se encuentra dentro del intervalo.

La producción de huevos del Stock sin explotar (B_0) es de 3,000,000, aproximadamente 3 veces el número de huevos que se registraron 1999. Es posible que se esté subestimando la producción de huevos que la población pudo generar cuando era virgen. Realmente no se conoce a que tamaño de la población empiezan a actuar procesos de densodependencia. En la figura 5 se muestra de manera gráfica la relación Stock reclutamiento con los valores observados.

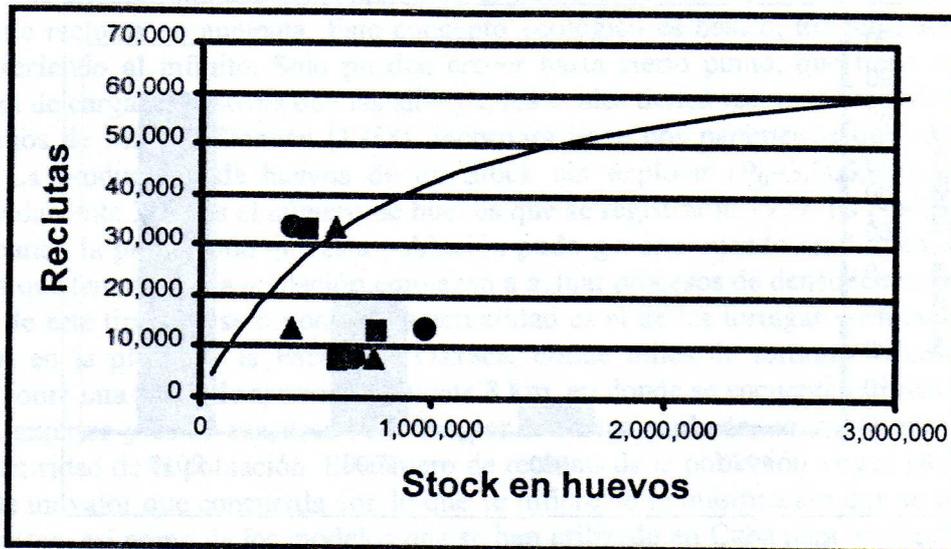


Figura 5. Relación Stock-reclutamiento a partir de $B_0=3,000,000$; $R_0=60,000$; $z=0.55$. Los datos observados son la densidad de tortugas de la clase de edad I (24-26 cm) observada en Río Lagartos y extrapolados a toda la Península, de los años 1997, 98 y 99: los círculos consideran el número de huevos de un año antes, los triángulos de 2 años antes y los cuadros de 3 años antes.

Densidad de juveniles

Otra predicción que se obtiene del modelo es la cantidad de organismo de diferentes edades, se hicieron estimaciones del número de juveniles de carey entre 24 cm a 49 cm LSRC que son considerados de las clases de edad I a VI (Fig. 6). El número de organismos entre el área total (4500 km²) da como resultado, valores de densidad similares a los que se obtuvieron de la densidad de organismos juveniles estimados por el método de marcado y recaptura (Jolly-Seber) y de las estimaciones realizadas por buceo por región, por profundidad y combinado por región y profundidad (Tabla 2; tomado de Garduño *et al.*, 2000).

Tabla 2. Estimaciones de la abundancia de tortugas juveniles de carey entre 24 cm a 49 cm LSRC en el área de forrajeo de Río Lagartos. La estimación de Jolly Seber es por medio del marcado y recaptura de varios años. Las otras son estimaciones hechas por buceo.

Medición	Abundancia (individuos / km ²)	Densidad (individuos/ km ²)
Estimación por Jolly Seber	2,821 / 247	11.5
Estimación por región	8,356 / 370	22.6
Estimación por profundidad	10,085 / 247	40.8
Estimación por región y profundidad	8,937 / 300	29.8

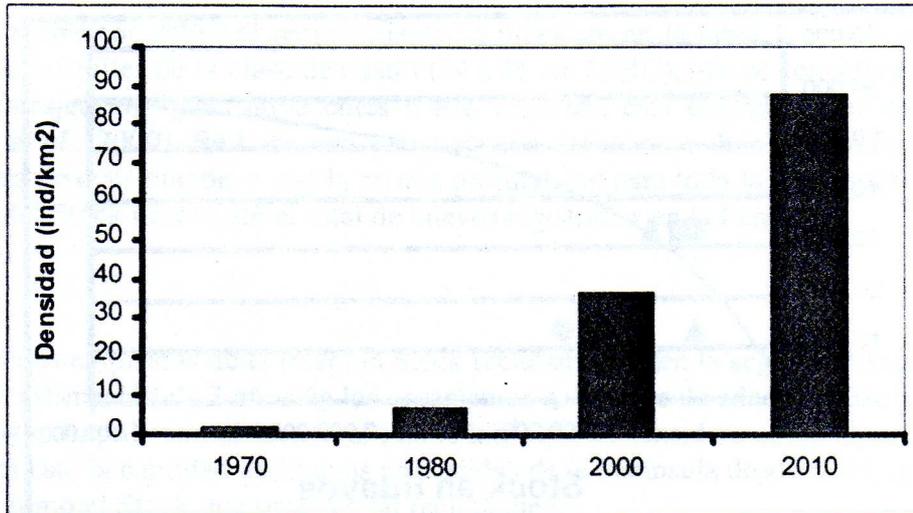


Figura 6. Resultado del modelo, abundancia del número de organismos de las 6 primeras clases de edad entre el área total de la Península a la profundidad de 7 m ($4,500 \text{ km}^2$), lo que da una densidad de 37 ind./km^2 .

DISCUSIÓN

Se supone que el aumento de nidos a través de los años significa un crecimiento poblacional, dentro del balance de incrementos (crecimiento, reclutamiento, fecundidad) y decrementos (la mortalidad por pesca F y mortalidad natural M), en donde los incrementos presentan un saldo a favor. Los valores de crecimiento, reclutamiento, fecundidad y mortalidad natural son factores intrínsecos de las especies o poblaciones con los que han evolucionado, por lo tanto se espera que cambien dentro de los límites que imponen las variaciones ambientales que los afecta como pueden ser la disponibilidad de alimento, temperatura, depredación, etc. Este balance favorable se simula por la disminución de la mortalidad por pesca, en el supuesto que ésta ha decrecido debido a las políticas de manejo y conservación que han resultado en la disminución de la captura por las actividades pesqueras, en las playas de anidación, la explotación de los huevos, etc.

Otro proceso que puede hacer variar la mortalidad natural es la disminución de la depredación, esta se puede deber a que los depredadores tope como los tiburones, Serránidos y Lutjánidos, son especies que se consideran sobre explotados. De cualquier manera con la reducción de la tasa de mortalidad por pesca se está disminuyendo la mortalidad total que es la suma de la natural y por pesca, por lo que con el decremento de la mortalidad por pesca estamos compensando también la disminución de la mortalidad natural.

El reclutamiento de mañana depende de la reproducción de hoy. Es por eso que la relación entre el número de huevos y el pronóstico de los reclutas que se pueden producir es

importante en la dinámica de una población. El modelo de Beverton y Holt es uno de los más usuales, que supone que aunque incrementa el número de huevos existe un nivel en donde el número de reclutas no aumenta. Este concepto ecológico es básico, ninguna población puede seguir creciendo al infinito. Solo pueden crecer hasta cierto punto, que tiene su límite en la capacidad de carga del sistema que las alberga, los cuales tienen recursos limitados. La ecuación que usamos de Mace y Doonan (1988), incorpora tiene dos parámetros que representan esos límites. La producción de huevos de un Stock sin explotar ($B_0=3,000,000$), esto equivale aproximadamente 3 veces el número de huevos que se registraron 1999. Es posible que estemos subestimando la producción que esta población pudo generar cuando era virgen. Realmente no se sabe a que tamaño de la población empiezan a actuar procesos de densodependencia. El único proceso de este tipo que se conoce en la actualidad es el de las tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de la Escobilla, Oaxaca, donde miles de tortugas salen en arribada a desovar sobre una playa de aproximadamente 8 km, en donde se encuentran miles de nidos de la arribada anterior y estos son desenterrados por la nueva arribada, causando mortalidad por la misma densidad de la población. El número de reclutas de la población virgen (R_0) se encuentra dentro de un valor que concuerda con lo que se infiere de la información que se ha recabado en Río Lagartos, así como de los modelos que se han utilizado en Cuba para analizar su población, que asumen un valor de supervivencia de 2.8% a 1 año (Carrillo *et al.* 1998).

Una especie que empieza a reproducirse después de los 15 años y sólo después de los 20 años están la mayoría de las hembras completamente maduras, presentan una estructura de la población muy grande. Esto es, para que en los últimos 10 años haya crecido el número de hembras en la playa y se observe un incremento de nidos como el que se muestra, debe de haber una gran cantidad de organismos inmaduros de todas las edades debajo de las edades 15 a 20, que prevé que el crecimiento de los desoves seguirá en aumento, al irse reclutando a las playas muchos de esos preadultos que han ido incrementando a la población. Como ya se mencionó a pesar de que se incluyeron parámetros en la relación Stock reclutamiento conservadores, esto no afecta el crecimiento exponencial de la población por lo menos en los próximos 10 años como se puede observar en la figura 3. Así mismo se pronostica que la densidad de juveniles podrá aumentarse casi al triple de lo que se estima en la actualidad.

El modelo como se presenta en este trabajo está en una versión determinística, pero en la hoja de cálculo existen los elementos para incorporar incertidumbre en algunos parámetros (crecimiento, reclutamiento y mortalidad), que introducen variabilidad en la dinámica de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo, Elvira., Carlos Pérez, Noriyuki Ohtaishi, Mari Kobhayashi, Felix Moncada, Charlie Manolis, Toshinori Tsubouchi y Grahame J. W. Webb. 1998. Transferencia con Nota Aclaratoria, de la Población de Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) del Apéndice I al II de la CITES. ANEXO 7. Tamaño de la Población. Revista Cubana de Investigación Pesquera. Enero-Junio de 1998. Vol. 22 (1).

-
- Garduño A. M. 1999. Nesting of the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Río Lagartos, Yucatán, México, 1990-97. *Chelonia Conservation and Biology*. International Journal of turtle and Tortoise Research. Vol. 3 (2): 281-285.
- Garduño A. M., V. Guzmán, E. Miranda, R. Briseño and A. Abreu. 1999. Increases in hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) nestings in the Yucatán Peninsula, México, 1977-1996: data in support of successful conservation?. *Chelonia Conservation and Biology*. International Journal of turtle and Tortoise Research. Vol. 3 (2): 286-295.
- Garduño M., A. Maldonado y R. Lope. 2000. Ecología de la tortuga de carey en las ares de Forrajeo de Río Lagartos, Yucatán. Informe Final de Contrato L290 de CONABIO.
- Hilborn, R. & C. Walters 1992. Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Limpus C.J. y P.C. Reed. 1985. The green turtle, *Chelonia mydas* in Queensland: a preliminary description of the population structure in a coral reef feeding ground. *Biology of Australasian Frogs and Reptiles*, ed. Gordon Grigg, Richard Shine and Harry Ehmann, Royal Zoological Society of New South Wales. pp. 47-52.
- Mace, P. M. And I.J. Doonan, 1988. A generalized bioeconomic simulation model for fish population dynamics. N.J. Fish. Ass. Res. Doc. 88/4.
- Megrey, B. A. 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. *Am. Fish. Soc. Symp.* 6:8-48.

APLICACIÓN DE UN MODELO DE CAPTURA POR EDADES (CAGEAN) PARA EVALUAR LA POBLACIÓN DE *Penaeus brasiliensis* QUE INGRESA AL SISTEMA LAGUNAR-ESTUARINO DE RIO LAGARTOS YUCATAN.

Alvaro Hernández F. David E. De Anda F. Patricia Arceo B.

Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén. INP. A.P. 73 Progreso, Yucatán, México.
email: ahernandez@inp.semarnap.gob.mx ; cripyucalpeten@multired.net.mx

RESUMEN

En el Estado de Yucatán, el camarón se encuentra en veda permanente indefinida en aguas interiores y en altamar, no obstante, los pescadores que operan en el sistema lagunar de Río Lagartos, han gestionado permisos de pesca de fomento para este recurso. La especie que más abunda es *Penaeus brasiliensis* cuya producción se realiza en mar abierto presumiblemente en aguas del Mar Caribe, donde se explota de manera industrial. La renovación del permiso se basa principalmente en la estimación del impacto que pueda tener la remoción de parte de la población en el ecosistema lagunar. En el presente trabajo se empleó un modelo de captura por edades (CAGEAN). Se muestreó un total de 1,775 organismos durante la temporada de pesca (Noviembre/98 a Abril/99) y junto con el registro de captura por quincena se conformó la estructura de la captura por edades, aplicando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy ($L=228$ mm, $k=0.18$ mm * mes⁻¹). Se estimó la relación peso - longitud para calcular la biomasa a partir del número de individuos ($P=9.0 \cdot 10^{-6} * L^{(2.983)}$, $R^2=0.97$). En cuanto a la relación hembras: machos, esta fue de 1.4:1.0. Así mismo se determinó la salida de camarones con respecto a la talla, mediante observaciones de campo. El modelo estructurado por edades representó satisfactoriamente el comportamiento biológico de la población. Los principales aspectos biológicos que consideró fueron la mortalidad natural constante ($M=0.27 \cdot 0.5$ mes⁻¹), la mortalidad por pesca, el reclutamiento, el crecimiento, la relación peso - longitud, la migración, la población juvenil y la adulta. El modelo permitió hacer simulaciones comparando el escenario que se hubiera presentado de no haber abierto la temporada a la captura, con lo sucedido en la realidad. El impacto de la pesca se determinó de acuerdo a la biomasa que hubiera salido y la que salió al ecosistema marino y se midió al cierre de la temporada (24 de abril de 99) como sigue: 61% sobre la población total, 65% sobre la adulta, 59% sobre la población juvenil y el 48% sobre el escape acumulado. La principal fuente de incertidumbre del modelo proviene de la variabilidad natural de las condiciones ambientales y del tamaño de muestra que representó la estructura de la captura por edades.

Palabras Clave: Río Lagartos, *Penaeus brasiliensis*, Modelo de Captura por edades, Evaluación de poblaciones.

INTRODUCCIÓN

Los principales recursos pesqueros del estado de Yucatán explotados en la franja costera hasta un máximo de 20 brazas, son: la langosta espinosa (*Panulirus argus*), el pulpo (*Octopus maya* y *O. vulgaris*) y el mero (*Epinephelus morio*). El impacto de los pescadores

a los diferentes recursos está determinado por los períodos de veda, que regulan su uso. Estas vedas tienen el propósito de permitir la recuperación de las poblaciones que son explotadas.

A diferencia de los recursos ya mencionados existen algunas otras especies que son explotadas de manera incipiente, principalmente por la baja disponibilidad en el ambiente costero lo que provoca exclusión entre los pescadores, como es el caso del camarón que es explotado en el estado y en particular en la zona lagunaria estuarina de Río Lagartos. En el Golfo de México este recurso se explota a dos niveles, industrial y artesanal ya que es un recurso de gran importancia, tanto en la zona marina como en la estuarina y su producción es el soporte de un gran número de personas que dependen directa e indirectamente del mencionado recurso.

Se sabe que en una fase del ciclo de vida de los camarones utilizan las zonas estuarinas como

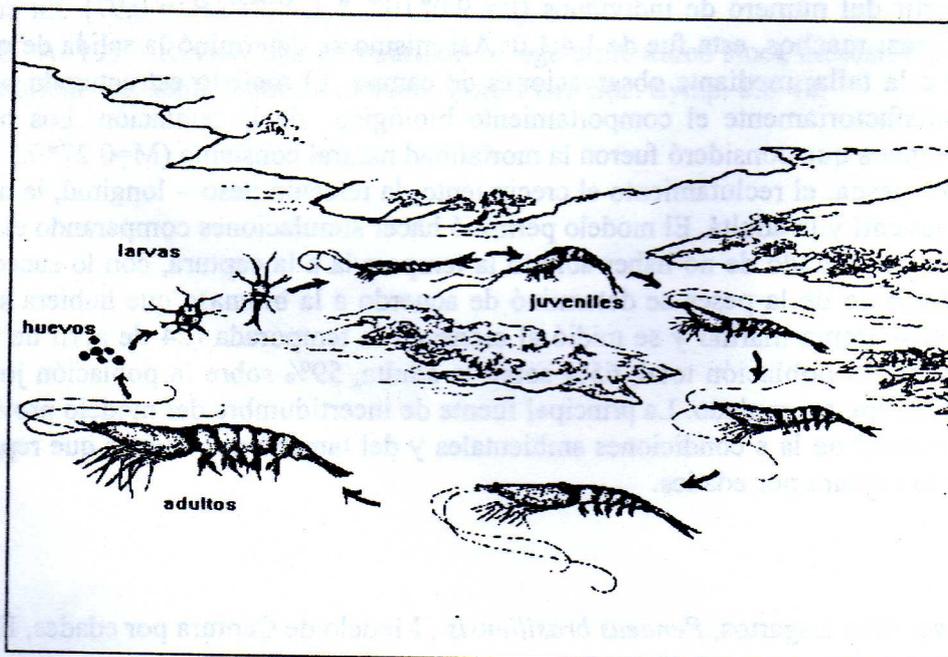


Figura 1. Ciclo de vida de los camarones de la Familia Pennaidae, en el Golfo de México

sitios de protección y alimentación así como crecimiento, puesto que en dicho ciclo (Fig. 1), la reproducción se lleva a cabo en altamar y por efecto de las corrientes entran en lagunas y estuarios en forma de larvas, hallándose en áreas donde existe vegetación marina en los cuales crecen hasta juveniles y posterior a esta etapa inician la migración al mar.

La zona estuarina de Río Lagartos se encuentra inmersa en la Reserva Especial de la Biósfera de la Ria de Lagartos, considerada por decreto presidencial como Refugio Faunístico el 26 de Junio de 1979 y por decreto se recategoriza mediante aviso publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 29 de septiembre de 1998, a Reserva de la Biósfera; dicha zona se halla en el extremo oriental de la costa yucateca entre las coordenadas $21^{\circ} 26'$ y $21^{\circ} 38'$ de latitud norte y los $87^{\circ} 30'$ y $88^{\circ} 15'$ de longitud oeste (Fig. 2). El estero tiene una longitud aproximada de 70 km que incluye a cuatro poblados, tres de ellos dedicados a la pesca como actividad principal y el cuarto a la extracción de sal, en este orden son: San Felipe, Río Lagartos, El Cuyo y Las Coloradas.

El sistema estuarino es de característica hipersalinas y por su ubicación geográfica presenta la estación de lluvias comprendida de junio a noviembre y la de secas que abarca de diciembre a mayo y una intermedia entre noviembre y abril conocida como la época de "nortes". Estos son eventos asociados a los frentes fríos polares del norte que generan bajas temperaturas en la región además de fuertes vientos con velocidades variables alcanzando rachas de hasta 110 km/hr. Estos eventos provocan un mayor flujo de agua menos salina al sistema y cuya duración varía entre 3 y 4 días, cuando el norte termina y las condiciones regresan a su estado natural el agua que ingresó genera una corriente de mayor magnitud hacia fuera del estero arrastrando y sirviendo de transporte a los camarones en etapa juvenil o pre-adulto en su viaje al mar así como a otros organismos del estero.

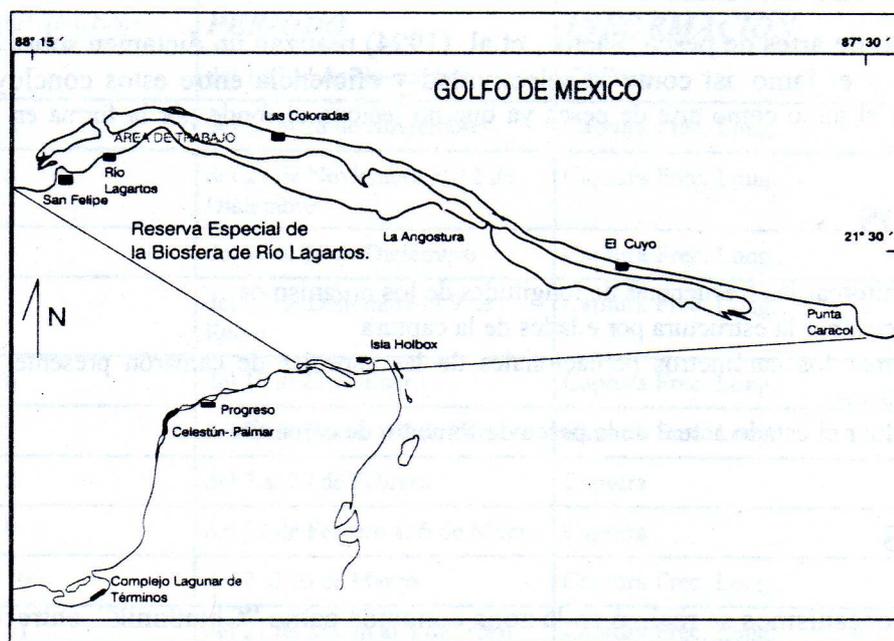


Figura 2. Reserva Especial de la Biosfera de Río Lagartos. El área de trabajo se encuentra en el puente que comunica la carretera de Río Lagartos con Las Coloradas.

ANTECEDENTES

La captura del camarón en la región data de aproximadamente 15 años, cuando se capturaba con atarraya, logrando "buenas capturas" y obteniendo organismo de tallas grandes, de 15 cm aproximadamente, (comunicación personal). En la zona son dos las organizaciones sociales que explotan el mencionado recurso: la Cooperativa "Manuel Cepeda Peraza" y la Cooperativa "Pescadores de Río Lagartos". Actualmente la extracción la realizan con un arte de pesca conocido como "jamo", el cual consiste en un marco de madera de 1.5 por 2 m con un paño de monofilamento del No. 9 y con una longitud de 2.45 m. La temporada de captura de camarón es en la época de nortes donde la presencia de dichos organismos se hace evidente, fuera de estos fenómenos climáticos no se captura.

Arreguín-Sánchez (1981a) ha descrito algunas de las características de las poblaciones de camarones (camarón rojo, *Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817) de la región noreste de la península de Yucatán; sin embargo, para la zona de Río Lagartos no se cuenta con estudios específicos sobre peneidos en algunas de sus etapas del ciclo de vida. Ordoñez (1997) brinda aspectos generales sobre la biología y ecología de los camarones del género *Penaeus* en el estero de Río Lagartos, Yucatán, haciendo mención que por la distribución de las especies de camarones en el golfo de México, la especie que se presente en el estero sea únicamente *P. brasiliensis*.

En la actualidad está en vigencia la norma NOM -002-PESC-1993, la cual indica que este recurso se debe pescar con atarraya como arte de pesca y con motores fuera de borda, que a su vez mediante un aviso en el Diario Oficial del mes de abril de 1999 establece un periodo de veda para todas las especies de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe.

En este aspecto de artes de pesca, Saenz, et al (1994) realizan un dictamen sobre la utilización de la atarraya y el jamo así como la selectividad y eficiencia entre estos concluyendo que se permita utilizar el jamo como arte de pesca ya que no lesiona el fondo por la forma en que trabaja a contra corriente.

OBJETIVOS

- Monitorear las frecuencias de longitudes de los organismos
- Determinar la estructura por edades de la captura
- Estimar los parámetros poblacionales de las especies de camarón presentes en la Ría de Lagartos
- Evaluar el estado actual de la pesca de fomento de camarón

MÉTODOS

La colecta de organismos se realizó en la zona conocida como "Chunkinik" entre el puente que comunica la carretera de Río Lagartos a Coloradas, empleando una lancha con motor fuera de borda y con una red conocida como jamo (descrita anteriormente), mediante arrastres horizontales sin fricción con el fondo (media agua) a una distancia de 10 m aproximadamente,

con una duración de 10 minutos en promedio y a baja velocidad. Una vez terminado el arrastre, los organismos capturados fueron depositados en un contenedor plástico para ser contabilizados. Terminado la etapa de captura se tomó una muestra de la captura de 1 kg aproximadamente. Los periodos de muestreo fueron quincenales (Tabla 1), considerando el ciclo de vida del organismo.

La muestra se transportó a la estación del Instituto Nacional de la Pesca en Las Coloradas para ser analizada. La información obtenida para cada organismo fue: peso total (g), longitud total (mm), longitud abdominal (mm) y sexo, para conformar una base de datos.

Se tomó una submuestra de 10 organismos aleatoriamente para identificar a la especie, la cual se realizó de manera periódica a lo largo del muestreo utilizando la clave para identificación de camarones de Pérez Farfante I. (1988).

La composición de la captura a la edad se estimó muestreando quincenalmente una fracción de la captura, descrita arriba. La muestra se extrapoló a la captura obtenida en una quincena para todas las embarcaciones para conformar la estructura al final del estudio.

Tabla 1. Fechas de muestreo e información considerada para el presente estudio, y su correspondiente quincena, la cual se utilizó como unidad de tiempo en el método de evaluación. Las quincenas son periodos constantes de tiempo, y no corresponden a periodos administrativos.

<i>QUINCENA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>INFORMACION</i>
1	del 1 al 14 de Noviembre	Captura
2	del 15 al 28 de Noviembre	Captura Frec. Long.
3	del 29 de Noviembre al 12 de Diciembre	Captura Frec. Long.
4	del 13 al 26 de Diciembre	Captura Frec. Long.
5	del 27 de Diciembre al 9 de Enero	Captura Frec. Long.
6	del 10 al 23 de Enero	Captura Frec. Long.
7	del 24 de Enero al 6 de Febrero	Captura Frec. Long.
8	del 7 al 20 de Febrero	Captura
9	del 21 de Febrero al 6 de Marzo	Captura
10	del 7 al 20 de Marzo	Captura Frec. Long.
11	del 21 de Marzo al 3 de Abril	Captura Frec. Long.
12	del 4 al 17 de Abril	Captura Frec. Long.
13	14 del 18 al 30 de Abril	Captura

Estructura De La Población

Una vez que se obtuvo la matriz de longitudes para todas las quincenas, se estimó la edad a la que correspondía cada intervalo de longitud. Se utilizaron los parámetros de crecimiento reportados por Arreguín (1981a), modificados por los autores del presente trabajo, para individuos juveniles de aguas interiores. Con toda esta información se procedió a calcular la matriz del número de individuos a cada edad.

Selectividad

Se estimaron los parámetros S1 y S2 de la curva de retención de redes de arrastre (Sparre et al., 1988):

$$S[L] = \frac{1}{1 + \exp^{[S1+S2*(L)]}}$$

Donde:

S[L] es la probabilidad de retención de la longitud L
S1 y S2 son constantes asociadas al arte de pesca

La ausencia o presencia de los individuos en el ecosistema se estimó con base en el muestreo de longitudes.

Modelo

Para evaluar el estado actual de la pesca de camarón, (*Penaeus brasiliensis*) se utilizó un modelo matemático no-lineal estructurado por edades (Deriso, et al., 1989; Hilborn y Walters, 1992), cuya unidad de tiempo es la quincena e incorpora la información de los registros de captura de las embarcaciones pertenecientes a las dos cooperativas. El modelo se inicia estimando la dinámica de la estructura de la población con los factores que determinan las entradas y salidas de individuos de las diferentes cohortes de la población a través del tiempo como: reclutamiento, crecimiento individual, mortalidad natural y mortalidad por pesca (Seijo et al., 1997).

$$N_{t+1} = N_t * s * (1 - v\mu_t)$$

Donde:

- N_{t+1} = número de individuos en el tiempo t+1
- N_t = número de individuos en el tiempo t
- s = tasa de sobrevivencia
- μ_t = tasa de explotación en el tiempo t
- v = vulnerabilidad por clase de edad

Esta ecuación fue aplicada por clase de edad, excepto para la edad máxima (N_n), para la cual se aplicó la siguiente ecuación:

La tasa de explotación en el tiempo t (μ_t), se obtuvo al dividir la captura observada a través del tiempo entre la biomasa estimada en el tiempo t , con la siguiente función:

$$\mu_t = \frac{C_{obs}(t)}{B(t)}$$

Donde:

$C_{obs}(t)$ = captura observada a través del tiempo
 $B(t)$ = biomasa estimada en el tiempo t

La biomasa para cada clase de edad (B_{at}), resultó de multiplicar el número de individuos de la edad a en el tiempo t , por su peso promedio (w), por la vulnerabilidad (v) con la siguiente ecuación:

$$B_{at} = N_{at} w_a v_a$$

La biomasa total vulnerable al arte de pesca de la población de camarón (*Pennaeus brasiliensis*) en la laguna de Río Lagartos es el resultado de la suma de la biomasa de todas las clases de edad:

$$BT = \sum_a N_a w_a v_a$$

La vulnerabilidad de la población al arte de pesca se refiere al porcentaje de la población de determinada talla o edad que son susceptibles de ser capturados por el arte de pesca y tiene una fuerte relación con la selectividad del arte y con la presencia de las tallas. Por lo tanto la vulnerabilidad resultó de la multiplicación de la selectividad del arte (Sparre *et al.*, 1987) por la presencia de los individuos en el ecosistema donde es capturado (Laguna de Río Lagartos).

La captura por clase de edad generada por tipo de flota (C_{am}) en el tiempo fue estimada con la siguiente ecuación:

$$C = \sum_a N_a w_a v_a \mu$$

Reclutamiento

Considerando que el camarón lleva a cabo su ciclo de vida en dos ecosistemas distintos, y que en las primeras etapas de su vida entra a laguna costera Río Lagartos para protegerse de depredadores y alimentarse, es sumamente complejo hacer una estimación de la relación parentela-progenie, desde el momento en que se carece de información de una de las partes del

mismo ciclo de vida, en este caso de los estadios adultos y reproductivos. Por ello, en este trabajo se estimó el vector de reclutamiento como un parámetro estimado del modelo, sin considerar ninguna relación parentela-progenie.

Las variables de estado dentro del modelo fueron: la vulnerabilidad, la selectividad del arte, la presencia del recurso al interior de la laguna, la longitud y el peso promedio por clase de edad (en quincenas). Las variables de cambio fueron: el número de camarones por clase de edad, la captura, los reclutas y la tasa de explotación.

El criterio de ajuste del modelo se basó en un algoritmo de búsqueda con una función de minimización (suma de cuadrados, SC) entre la variable observada (matriz del número de individuos capturados a la edad estimados y observados). Este método permite cambiar iterativamente los datos estimados y comparar los resultados de la suma de cuadrados generada entre el número de individuos para cada clase de edad observada y estimada y cambiar los parámetros para comparar la respuesta de la suma de cuadrados hasta reducir al máximo dicho algoritmo.

La proporción entre los datos disponibles y los parámetros estimados dan robustez al modelo. Se tienen 81 datos de muestreo de captura a la edad y se estimaron 14 datos (13 de reclutamiento y uno de mortalidad natural).

Salidas Del Modelo

A continuación se enumeran las principales salidas del modelo o variables de desempeño, las cuales sirven para analizar el comportamiento de la pesquería

- Biomasa inicial (1 de Noviembre de 1998)
- La biomasa a través del tiempo
- Biomasa de individuos adultos que se liberaron a mar abierto
- Biomasa en Abril de 1999 y su porcentaje respecto a la biomasa inicial
- La tasa de explotación a través del tiempo

RESULTADOS

Se identificó la especie de acuerdo con la clave de Pérez – Farfante (1988), determinado la especie como *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) lo cual se corroboró en los muestreos siguientes tomando una sub-muestra que se identificó en laboratorio de manera periódica. Saenz et al. (op cit) habían determinado en un principio la especie como camarón rosado (*Penaeus duorarum*), posteriormente rectificaron, identificando la especie como camarón rojo (*P. brasiliensis*) de acuerdo con la clave de Pérez Farfante (op cit), confirmando lo hallado en el presente trabajo

Se realizó un registro de 1,775 organismos como resultado de los muestreos de campo, encontrando una talla mínima de 25.0 mm y una talla máxima de 118.0 mm, la talla promedio correspondió a organismos de 74.6 mm; la moda hallada correspondió a organismos de 65.0 mm (Fig. 3), de igual manera el peso total de la muestra registrada fue de 6,698.2 g observando un peso mínimo de los organismos de 0.2 g y un peso máximo de 15.2 g, el peso promedio

observado fue de 3.8 g ; la moda hallada correspondió a organismos de 2.5 g (Fig. 4). Los datos fueron analizados en primera instancia que cumplieran con los principios básicos estadísticos de normalidad y homocedasticidad, observado esto se procedió al análisis de estos con las herramientas propuestas.

Parámetros Poblacionales

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy estimados para el presente estudio fueron:

$$L_{\infty} = 228 \text{ mm}$$

$$K = 0.180 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$$

En la figura 5 se presenta la relación longitud-peso de los organismos colectados a lo largo de todo el estudio. En la tabla 2 se muestran la proporción de hembras y machos encontrados durante el estudio. Cabe resaltar que la talla de los organismos muestreados cambió significativamente a lo largo de la temporada, incluso de una quincena a otra (Fig. 6).

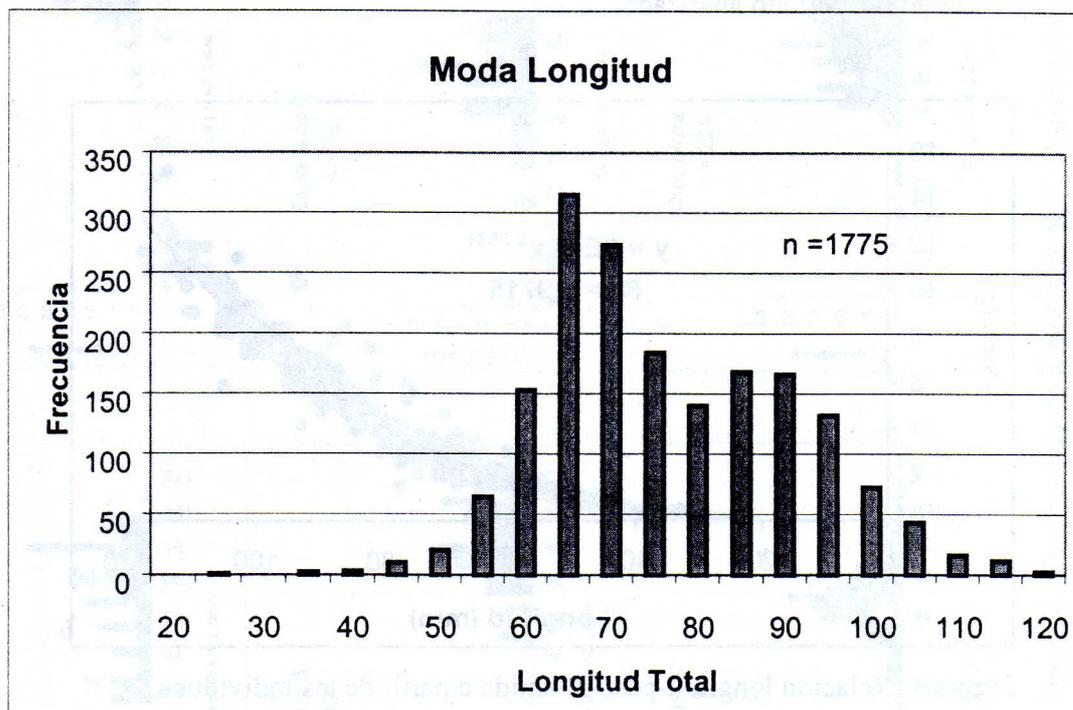


Figura 3. Se muestra la moda de los organismos en estudio y su distribución a lo largo del periodo analizado.

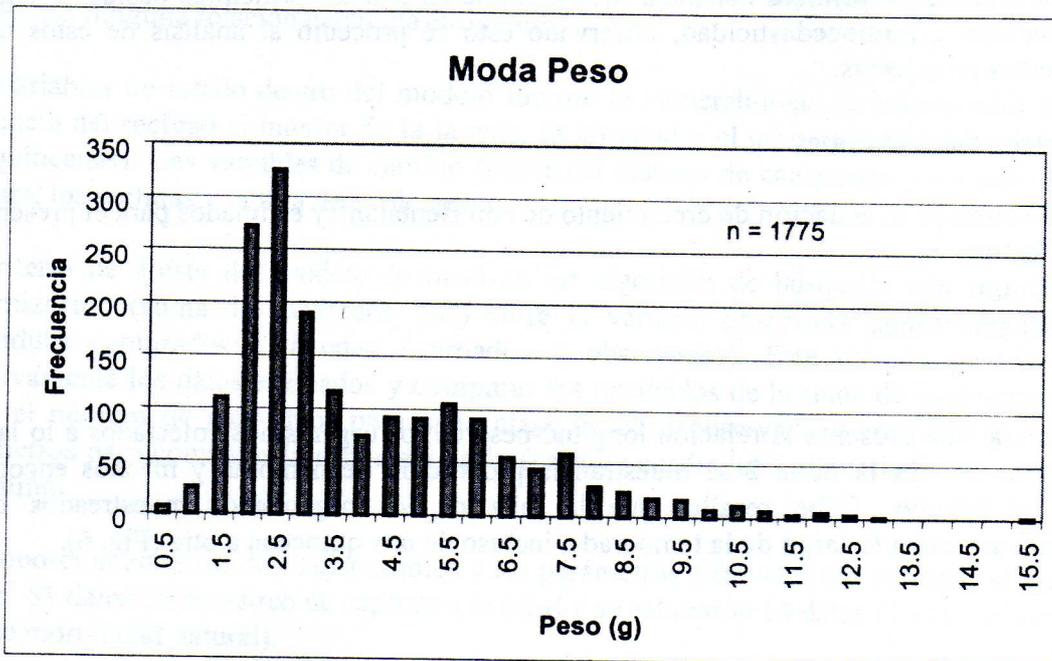


Figura 4. Se muestra la moda de los organismos en estudio y su distribución a lo largo del periodo analizado.

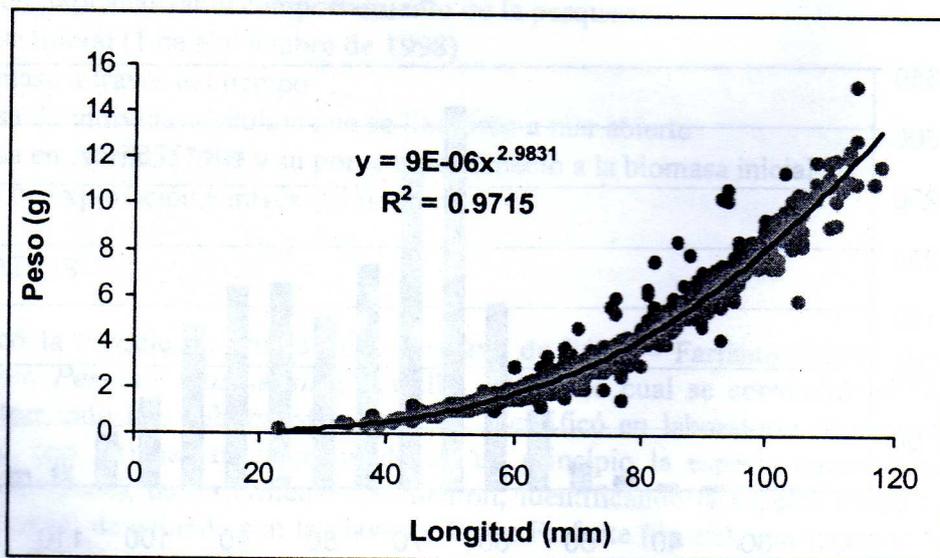


Figura 5. Relación longitud-peso obtenida a partir de los individuos colectados.

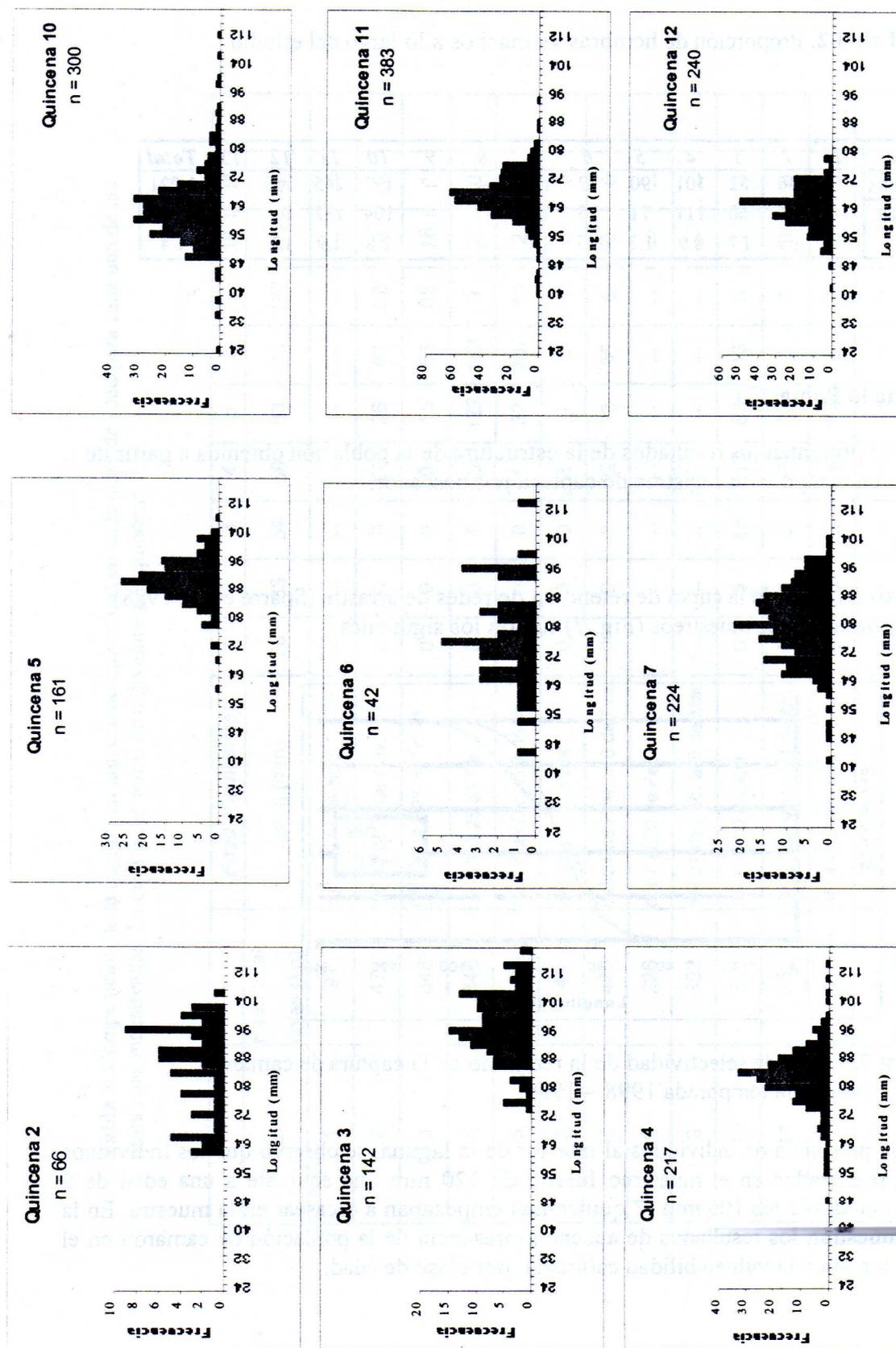


Figura 6. Frecuencias de longitudes de *P. Brasiliensis* muestreado durante ocho quincenas de estudio.

Tabla 2. Proporción de hembras vs machos a lo largo del estudio

Quincena	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
No. Hembras	--	36	82	101	90	17	113	--	--	191	245	146	--	1,021
No. Machos	--	30	60	111	71	25	111	--	--	104	132	94	--	738
H:M	--	1.2	1.4	0.9	1.3	0.7	1.0	--	--	1.8	1.9	1.6	--	1.4

Estructura de la Población

En la tabla 3 se presentan los resultados de la estructura de la población obtenida a partir de los muestreos en campo y los registros de captura por pescador.

Selectividad

Los parámetros S1 y S2 de la curva de retención de redes de arrastre (Sparre et al., 1988) encontrados a partir de los muestreos (Fig. 7) fueron los siguientes:

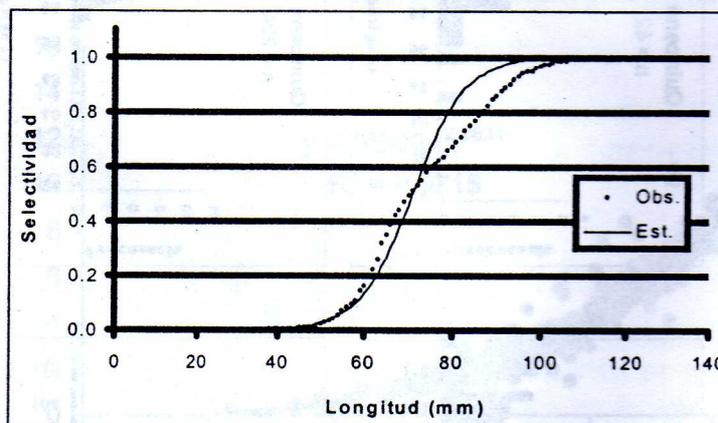


Figura 7. Curva de selectividad de la red jamo en la captura de camarón durante la temporada 1998 – 1999.

En cuanto a la presencia de individuos al interior de la laguna, se observó que los individuos más grandes registrados en el muestreo fueron de 120 mm que equivale a una edad de 9 quincenas, y que desde los 106 mm (7 quincenas) empezaban a escasear en la muestra. En la Figura 8 se muestran los resultados de ausencia-presencia de la población de camarón en el interior de la laguna y la vulnerabilidad estimada, por clase de edad.

Tabla 3. Composición de la captura en número de individuos en cada clase de edad para cada una de las quincenas muestreadas. La cifra es en miles de individuos por quincena.

Quin.	Peso total colas (kg)	Edad (Quincenas)	Edad (Quincenas)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		Long (mm)	20	38	54	69	83	95	107	117	127	
1	97	del 1 al 14 de Nov.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	471	del 15 al 28 de Nov.	0	0	0	24	26	61	32	0	0	0
3	848	del 29 de Nov. al 12 de Dic.	0	0	0	0	15	63	68	18	1	1
4	846	del 13 al 26 de Dic.	0	0	1	22	122	143	9	2	0	0
5	1,287	del 27 de Dic. al 9 de Ene.	0	0	0	4	32	257	49	2	0	0
6	41	del 10 al 23 de Ene.	0	0	0	3	6	3	1	0	0	0
7	426	del 24 de Ene. al 6 de Feb.	0	0	2	22	73	58	8	0	0	0
8	228	del 7 al 20 de Feb.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9	352	del 21 de Feb. al 6 de Mar.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	519	del 7 al 20 de Mar.	0	5	48	258	63	13	5	1	0	0
11	152	del 21 de Mar. al 3 de Abr.	0	0	2	66	36	0	0	0	0	0
12	996	del 4 al 17 de Abr.	0	0	33	599	166	0	0	0	0	0
13	55	del 18 al 30 de Abr.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Total	6318		0	5	86	998	539	598	172	23	1	1

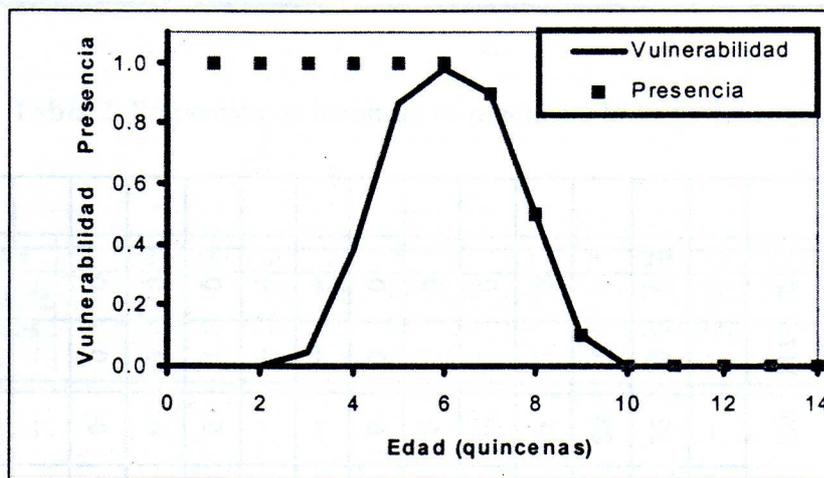


Figura 8. Presencia y vulnerabilidad por clase de edad en las capturas de camarón durante la temporada 1998-1999.

La presencia de los individuos a cada grupo de edad se reporta con un valor de uno, mientras que los individuos ausentes con un cero. Entre ambos valores se puede calcular la escala de individuos que emigran al exterior para su reproducción. La vulnerabilidad es el resultado de multiplicar la selectividad y la vulnerabilidad.

MODELO

El mejor ajuste obtenido al cambiar los parámetros estimados produjo una suma de cuadrados de 37, con un valor de mortalidad natural de $M = 0.27$, es decir, una sobrevivencia del 69% quincenal (Fig. 9). Ese ajuste permitió estimar el vector de reclutamiento quincenal a través del tiempo, cuya tendencia se observa en la figura 9. El máximo reclutamiento se presentó en el periodo que fue de la quincena siete a la diez, es decir del 24 de Enero al 20 de marzo de 1999. Considerando que el ajuste se logró a través de la muestra de longitudes en la captura, la observación de este reclutamiento concuerda plenamente con lo obtenido en los muestreos, ya para los muestreos de estas quincenas la talla promedio de los individuos se redujo de 96.4 mm LT observado en noviembre de 1998 a 63.8 mm para estas quincenas.

La información de captura, junto con la estimación de la mortalidad natural y del vector de reclutamiento fueron suficientes para estimar la estructura y dinámica de la población de camarón en la laguna costera de Río Lagartos. Lo anterior proporcionó estimaciones de la biomasa vulnerable del recurso, y de la intensidad de pesca expresada como la tasa de explotación:

$$\mu_t = \frac{C_t}{B_t}$$

En la Figura 10 se muestra la dinámica de la biomasa y la intensidad de pesca o tasa de explotación. Debido a que la tasa de explotación está intrínsecamente ligada a la biomasa y la captura, en la figura se muestra también la tendencia de esta última durante la temporada de pesca.

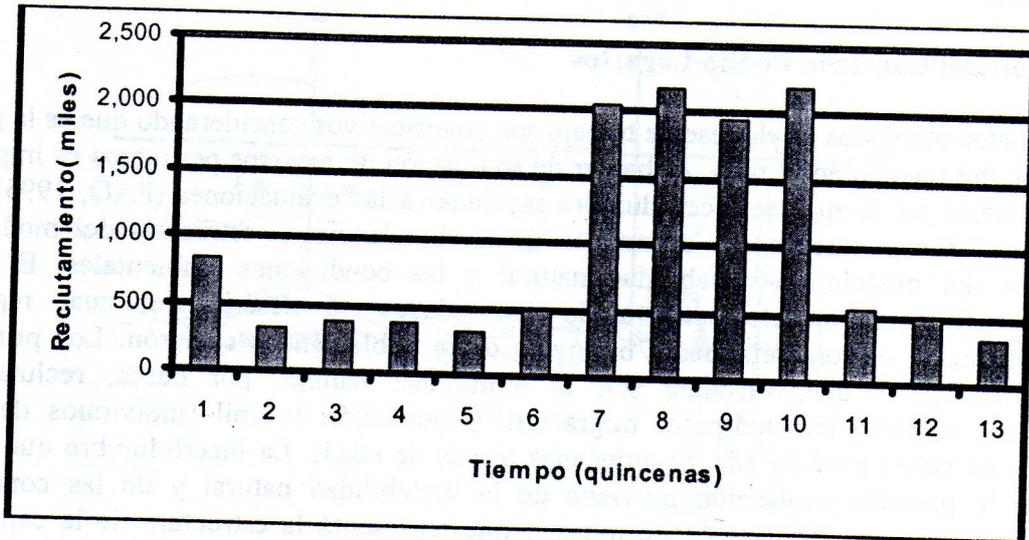


Figura 9. Reclutamiento estimado a partir del mejor ajuste del modelo. Se presenta un fuerte reclutamiento a mediados y finales de la temporada, por lo que los individuos capturados en estas quincenas son muy pequeños (63.8 mm), mientras que a inicios de la temporada los individuos tienen tallas mayores (96.4 mm).

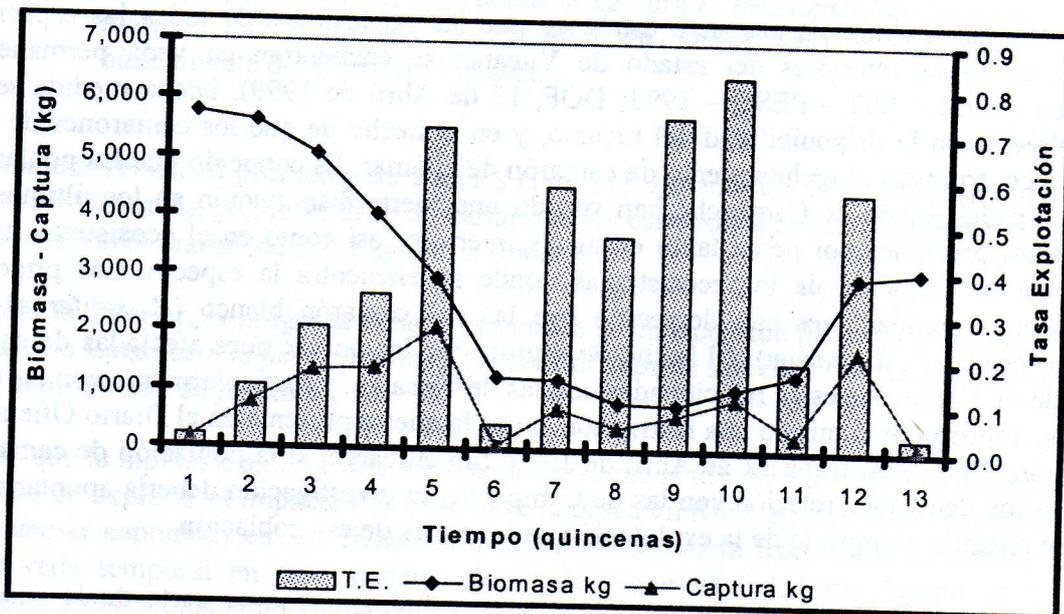


Figura 10. Tasa de explotación, captura y biomasa del camarón (*Pennaeus brasiliensis*) de la laguna de Río Lagartos en la temporada 1998-1999.

DISCUSIÓN

Evaluación Del Camarón De Río Lagartos

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son significativos considerando que es la primera evaluación del recurso en la zona. Al hablar de evaluación de recursos pesqueros es importante tener en cuenta las fuentes de incertidumbre asociadas a las evaluaciones (FAO, 1995). Tales fuentes pueden ser: muestreos y estimación de la abundancia, la estructura del modelo, los parámetros del modelo, la variabilidad natural y las condiciones ambientales. El trabajo realizado utilizó el modelo estructurado por edades ya descrito, el cual representa satisfactoriamente el comportamiento biológico de la población de camarón. Los principales aspectos biológicos que considera son la mortalidad natural, por pesca, reclutamiento, crecimiento, relación longitud-peso, migración, y población juvenil (individuos de 1 a 9 quincenas de edad) y adulta (de 10 quincenas o más de edad). La incertidumbre que pudiera surgir de la presente evaluación proviene de la variabilidad natural y de las condiciones ambientales, así como del tamaño de muestra que representó la estructura de la captura por edades, el cual fue pequeño comparado con la población capturada que representa. Sin embargo, como ya se mencionó esta primera aproximación permitirá superar algunos aspectos en la evaluación, tanto en el trabajo de campo, como en el diseño del muestreo, lo que permitirá coleccionar información adicional que se incorporará a la evaluación para disminuir la incertidumbre.

Impacto De La Pesquería De Camarón De Río Lagartos

La normatividad en materia pesquera establece que las poblaciones de todas las especies de camarón en aguas interiores del estado de Yucatán se encuentran en veda permanente e indefinida (NOM - 002 - PESC - 1993; DOF, 12 de Abril de 1999). Dicha medida se basa principalmente en la disponibilidad del recurso, y en el hecho de que los camarones de aguas interiores contribuyen al reclutamiento de camarón de altamar. Es conocido que las poblaciones de camarón del estado de Campeche han sufrido una fuerte disminución en los últimos años debido a las presiones por pesca tanto en aguas interiores así como en el ecosistema marino, además de la alteración de los ecosistemas donde se encuentra la especie. Las principales especies cuyas poblaciones han decrecido son las del camarón blanco (*P. setiferus*) y del camarón rosado (*P. duorarum*). El hecho de asumir que las poblaciones afectadas de camarón del estado de Campeche estén relacionadas con las de Yucatán, y particularmente con las de Río Lagartos, implica por si mismo una restricción como la que se presenta en el Diario Oficial de la Federación (DOF) con fecha 12 de Abril de 1999. Sin embargo, si la población de camarón de Río Lagartos tiene poca relación con las de Campeche, la investigación debería apuntar hacia a donde se dirigiría el impacto de la explotación de juveniles de esa población.

Como se desprende de los resultados del presente estudio, la mayor parte de la pesca está conformada por organismos que pertenecen a la especie *P. brasilensis*. Esta especie es explotada en aguas marinas del estado de Quintana Roo (Arreguín, 1981b). A pesar de que se ha planteado la hipótesis de que las poblaciones de juveniles de camarón de Río Lagartos conforman parte de la población adulta del camarón rojo en aguas marinas de Quintana Roo, y particularmente en los Caladeros de Contoy, es importante mencionar que las corrientes en esa zona fluyen de este

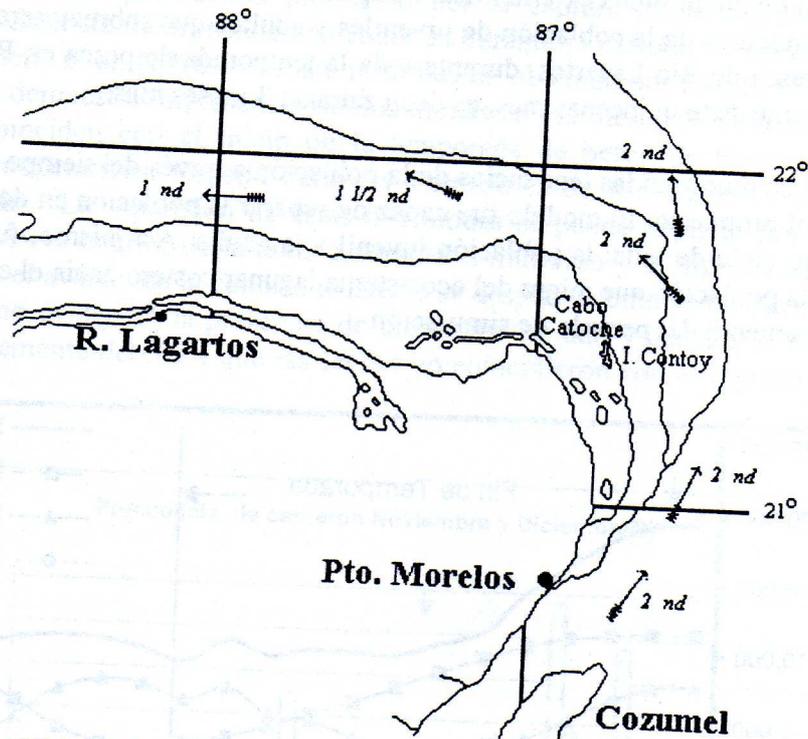


Figura 11. Ubicación geográfica de Río Lagartos, sitio donde se captura parte de la población juvenil de *P. brasiliensis*, y la zona de los Caladeros de Contoy, Quintana Roo, zona donde se captura *P. brasiliensis* en su etapa marina. Las corrientes se expresan en nudos (nd) y provienen básicamente del Canal de Yucatán.

a oeste, con una velocidad promedio de 2 nudos (Fig. 11). Lo anterior es un elemento que hay que considerar, sin embargo, no se debe descartar que los camarones puedan emigrar de oeste a este, es decir del área marina de Río Lagartos a Contoy.

De ser cierto lo anterior, la pregunta debería orientarse al impacto que propicia la pesquería de camarón de Río Lagartos a la pesquería de Quintana Roo, con la salvedad de que aún habría que demostrar la migración de juveniles.

Suponiendo que la hipótesis anterior fuera cierta, los resultados del presente estudio nos brindan la posibilidad de explorar el impacto que promueve la pesca en Río Lagartos sobre la población de *P. brasiliensis* capturado en los caladeros de Contoy, Quintana Roo. Cabe mencionar que existe una veda temporal en los caladeros de Contoy, que va del 1 de Agosto al 30 de Septiembre de 1999. Considerando que la veda en Río Lagartos se inició a partir del 1 de Mayo de 1999, entonces la población de juveniles que sobrevive a causas de mortalidad natural y por pesca, logra migrar a dichos caladeros en las fechas en que ahí es explotada como población adulta. De lo anterior se desprende que bajo tal situación existe una externalidad por la pesca secuencial entre Río Lagartos y la captura en los caladeros de Contoy.

Con la finalidad de medir dicha externalidad o impacto de una pesca sobre la otra, se procedió al análisis de la tendencia de la población de juveniles y adultos que sobrevivieron a la mortalidad natural y por pesca de Río Lagartos, durante toda la temporada de pesca en Río Lagartos, y su proyección durante siete quincenas más, es decir durante 3 meses más.

En la figura 12 se muestran las tendencias de la población a través del tiempo estimadas a partir del modelo aquí propuesto. El modelo fue capaz de separar la población en dos de sus etapas de desarrollo en su ciclo de vida: la población juvenil y la adulta. Así mismo, fue posible calcular la fracción de la población que migra del ecosistema lagunar costero hacia el ecosistema marino, en cualquier momento del periodo de simulación

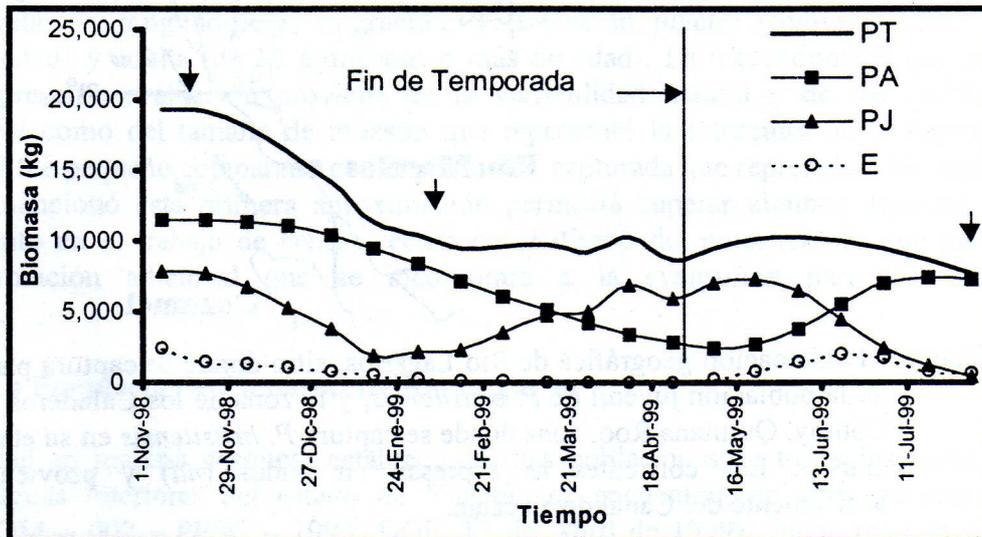


Figura 12. Tendencia de la biomasa de la población de *P. brasiliensis* (PT – población total) que se reclutó al interior de la laguna costera de Río Lagartos, que se desarrolló en ese ecosistema hasta su etapa juvenil (PJ – población juvenil, menor de 4 meses de edad) y que migró (E – escape, entre los 3.5 y 4.5 meses de edad) al ecosistema marino hasta alcanzar su edad adulta (PA – población de adultos, de 4 a 15 meses de edad). Note el desfase entre los picos de las tres diferentes etapas: juveniles, escape y adultos, en ese orden.

De esta gráfica se desprende que durante la temporada de pesca, la población que resultó del reclutamiento al interior de Río Lagartos disminuyó de 20 toneladas al inicio de la temporada a 10 toneladas al final de la misma. Se aprecia que la mayor explotación se basó en una cohorte que tenía aproximadamente 3 meses de edad cuando se inició la temporada, y en otra cohorte que se reclutó aproximadamente en la quincena 7, es decir del 24 de enero al 7 de febrero de 1999. La primera cohorte produjo la captura de individuos con tallas promedio de 90 mm, mientras que la segunda cohorte produjo la captura de individuos con talla promedio de 65 mm. Lo que significa que la primera cohorte fue explotada cuando el rendimiento era

superior al rendimiento por recluta producido por la captura de la segunda cohorte. Esta hipótesis de la existencia de al menos dos cohortes durante el periodo de estudio ya había sido propuesto por Saenz et al. (1998). Existe información obtenida por Saenz, et al (op cit) en la misma zona que demuestra la presencia de dos modas en los meses de noviembre y diciembre de 1977, que coinciden con el inicio de la temporada de pesca de fomento para camarón asignado a las cooperativas: Cepeda Peraza y Pescadores de Río Lagartos en el oriente del estado de Yucatán. La aparición de estas dos modas se puede explicar por la presencia de individuos mayores al interior de la laguna durante el muestreo y el ingreso de otra cohorte al sistema, mientras el avance de la cohorte existente se desplazó como lo muestra la figura 13. El presente trabajo no evidenció la presencia de dichas modas aún y cuando se realizó en fechas similares, posiblemente debido a que las fechas no coincidieron con el ingreso de las cohortes al sistema.

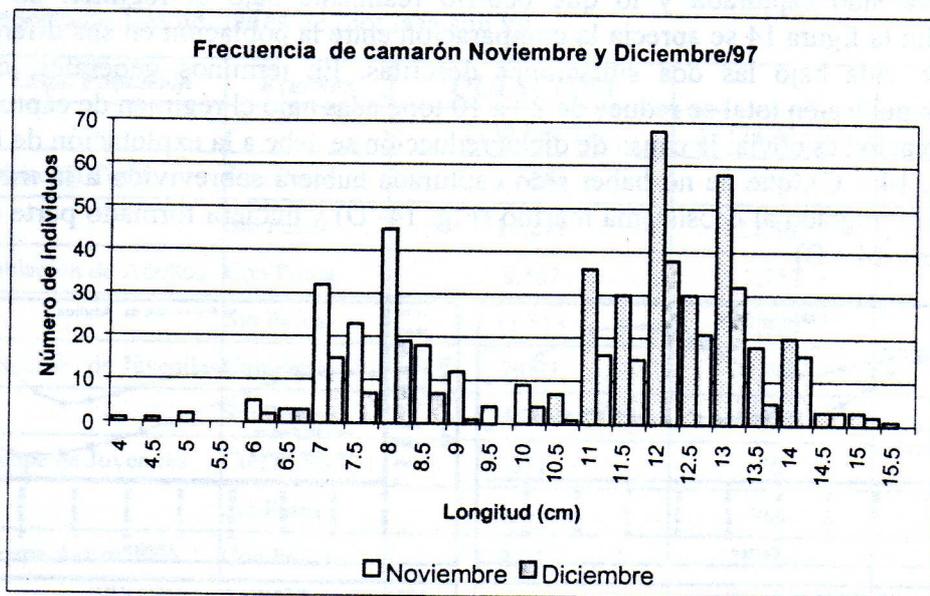


Figura 13 .- Información tomada de los trabajos de Saenz et al. (1998) donde se muestra la presencia de dos modas de camarón en el estero de Río Lagartos.

Al hacer la comparación en los resultados de ambos trabajos, se encontró una diferencia en los métodos de campo. La diferencia en las tallas encontradas en este trabajo con respecto a las reportadas por los autores mencionados, es debida al nivel de precisión con que se maneja la información de campo; ya que mientras los datos obtenidos para este trabajo consideraban una precisión de 1 mm tomada desde el rostrum del organismo hasta el telson como longitud total, Saenz, et al. (op cit) consideraron como longitud total, la medición desde las antenas hasta la parte distal del ramus y tomando un nivel de precisión de medio centímetro.

Sin embargo lo anterior demuestra que hay una gran variabilidad en la fechas de reclutamiento al interior de la laguna, basando esto en que Saenz, et al. (op cit) reportó la presencia de dos cohortes al mismo tiempo, al inicio de la temporada, mientras que en este trabajo se encontraron dos cohortes a diferentes tiempos, al inicio y al final de la temporada.

No obstante (Fig. 12), se observan dos picos de escape al ecosistema marino, el primero en la quincena 1, que va del 1 al 14 de noviembre de 1998, y un segundo pico de escape registrado dos meses después de cerrada la temporada de captura, es decir el 13 al 26 de junio de 1999.

Con el propósito de analizar el impacto de la pesca, se corrió el modelo excluyendo la captura en su totalidad durante toda la temporada, y respetando las características biológicas de la especie, como mortalidad natural y reclutamiento. Lo anterior permitió la comparación entre lo que hubiera ocurrido a la población de *P. brasiliensis* que se reclutó al interior de Río Lagartos, si no hubiera sido capturada y lo que ocurrió realmente bajo el régimen de explotación observado. En la figura 14 se aprecia la comparación entre la población en sus diferentes etapas del ciclo de vida bajo las dos situaciones descritas. En términos generales, como ya se mencionó, la población total se reduce de 20 a 10 toneladas bajo el régimen de captura (Fig. 14 - A). La explicación es obvia, la causa de dicha reducción se debe a la explotación de la población juvenil (Fig. 14 - C), que de no haber sido capturada hubiera sobrevivido a la mortalidad por pesca, hubiera migrado al ecosistema marino (Fig. 14- D) y hubiera formado parte del stock de adultos (figura 14 - B).

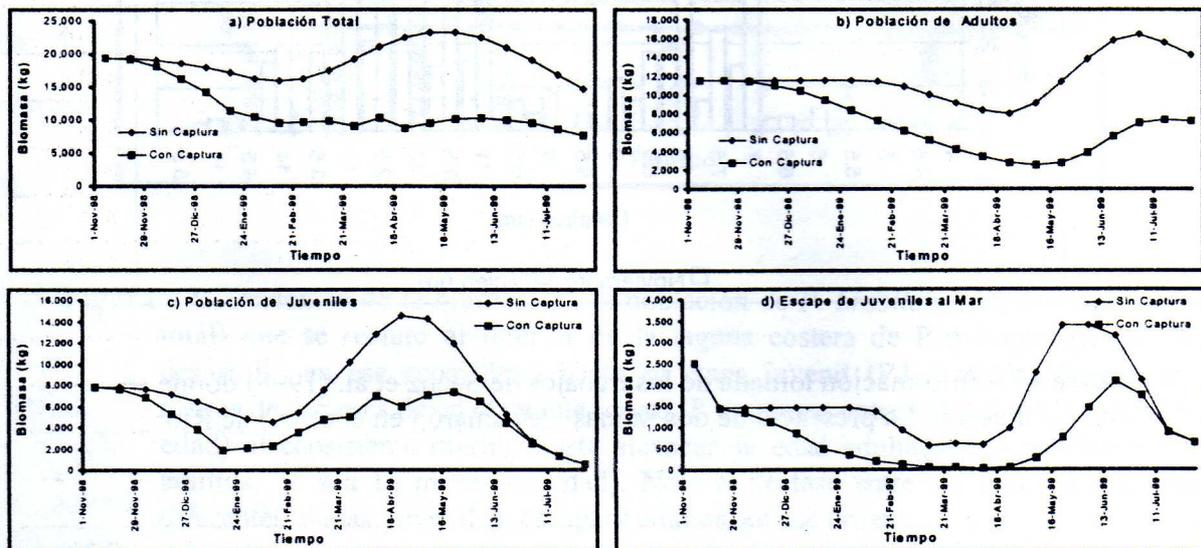


Figura 14. Comparación de la tendencia de la población de camarón rojo (*P. brasiliensis*) que se reclutó al interior de Río Lagartos, y que migró al ecosistema marino. Se presentan las dos etapas del ciclo de vida: juvenil (C) y adulta (B), sí como la migración (D) y la población total (A).

Estos resultados se pueden analizar más claramente en la Tabla 4, donde se presentan las diferentes etapas del ciclo de vida durante cuatro periodos: al inicio de temporada (Quincena 1, del 1 al 14 de noviembre de 1998), a mediados de temporada (Quincena 7, del 6 de febrero al 30 de enero de 1999), a finales de temporada (Quincena 13, del 18 de abril al 1 de mayo de 1999) y dos meses después del inicio del periodo de veda (Quincena 20, del 25 de julio al 7 de agosto de 1999). Cabe recordar que el modelo fue ajustado con información de campo obtenida hasta el día 30 de abril, y que los resultados de las quincenas posteriores se refieren a salidas de la simulación.

Tabla 4. Impacto de la captura de camarón (*P. brasiliensis*) en Río Lagarto sobre la población de la misma especie, reclutada en ese ecosistema lagunar costero y que posteriormente migró vida estimado bajo el régimen de captura reportado durante la temporada de pesca 98-99, y la biomasa estimada al eliminar en su totalidad la captura reportada. Las unidades de biomasa son kg.

Etapa Población	Régimen	QUINCENA		
		7 (30 Ene 99)	13 (24 Abr 99)	20 (31 Jul 99)
Población Total	Con Pesca	10,464	8,687	7,721
	Sin Pesca	16,271	22,562	14,670
Población de Adultos	Con Pesca	8,367	2,782	7,269
	Sin Pesca	11,513	7,992	14,218
Población de Juveniles	Con Pesca	2,097	5,905	452
	Sin Pesca	4,758	14,571	452
Escape de Juveniles	Con Pesca	331	55	641
	Sin Pesca	1,460	961	642
Escape Acumulado	Con Pesca	8,022	8,494	16,303
	Sin Pesca	11,245	16,215	32,041
Etapa Población	Régimen	QUINCENA		
		7 (30 Ene 99)	13 (24 Abr 99)	20 (31 Jul 99)
Población Total	Con Pesca	10,464	8,687	7,721
	Sin Pesca	16,271	22,562	14,670
Población de Adultos	Con Pesca	8,367	2,782	7,269
	Sin Pesca	11,513	7,992	14,218
Población de Juveniles	Con Pesca	2,097	5,905	452
	Sin Pesca	4,758	14,571	452
Escape de Juveniles	Con Pesca	331	55	641
	Sin Pesca	1,460	961	642
Escape Acumulado	Con Pesca	8,022	8,494	16,303
	Sin Pesca	11,245	16,215	32,041

La población de *P. brasiliensis* de las aguas marinas de los caladeros de Contoy no procede en su totalidad de los juveniles que salen de Río Lagartos, sino que debe haber un porcentaje más elevado de aportación de juveniles a la población adulta en ecosistemas costeros del estado de Quintana Roo. En la tabla 5 se presentan los impactos de la captura en Río Lagartos sobre dicha población. En términos generales se aprecia un impacto de aproximadamente del 50% sobre la población que disminuye por efectos de la captura. Si la biomasa de camarón que salió de la laguna de R.L. fue de 11 toneladas, y si no hubiera existido captura, la biomasa sería del orden de las 20 toneladas, entonces la captura de 3 toneladas de abdómenes (colas) obtenida por las cooperativas de R.L. representan una disminución de 10 toneladas que se añadirían a la población marina. Suponiendo que esta población migrara a aguas de Quintana Roo y conforma parte de la población explotada por las flotas de altamar de esa entidad, asumiendo que la mitad de esa población no es capturada por la flota, es decir 5 toneladas, que convertidas a peso de colas, sería de 3 toneladas. Considerando que la captura anual de camarón de Q.R. en los últimos años ha sido superior a las 400 toneladas, la población capturada en R.L. representaría un impacto menor al 1% de la captura en Q.R.

CONCLUSION

Considerando que:

- No existen evidencias de que la población de *P. brasiliensis* explotada en el ecosistema estuarino de Río Lagartos pertenezca a la fase adulta explotada en los Caladeros del área de Contoy.
- Los resultados obtenidos demuestran que las capturas registradas por los pescadores en el ecosistema estuarino de Río Lagartos no representa un fuerte impacto en la población adulta en el ecosistema marino, suponiendo que migraran a los Caladeros de Contoy.
- El sistema de pesca de camarón en el estuario no impacta el fondo de este ecosistema.
- A pesar de que el permiso de pesca de fomento ampara cuatro embarcaciones menores, y que el promedio diario de esfuerzo en el ecosistema durante la temporada 1998-1999 fue de 5.1 lanchas.
- Que la temporada de pesca duró 180 días y que durante 50 días de la temporada el esfuerzo fue superior al que ampara el permiso de pesca de fomento.
- Que el tamaño de muestra de la estructura de la captura a la edad es pequeño.
- No se cuentan con índices de la abundancia del recurso
- Que existen fenómenos naturales que determinan la salida masiva de organismos al ecosistema marino, lo que enmascara algún índice de abundancia de la población, produciendo un sesgo considerable.

Por lo tanto, se concluye que, bajo los supuestos ya establecidos, los actuales niveles de explotación del recurso camarón en el ecosistema estuarino de Río Lagartos no ponen en riesgo la población en su fase adulta.

Se sugiere mantener las condiciones ya establecidas en lo que respecta el permiso de pesca de fomento, e implementar algunas estrategias que garanticen para las partes interesadas, el cumplimiento cabal de los acuerdos establecidos.

Así mismo, se recomiendan algunos cambios en el trabajo de campo, con la finalidad de alcanzar mayor precisión en los estudios que se hallan de realizar. Estos cambios deben ser dirigidos a:

Aumentar el tamaño de muestra en la estructura de la captura por longitudes.

Relacionar las condiciones ambientales con la salida masiva del sistema estuarino de individuos juveniles.

Incrementar el muestreo sobre los aspectos económicos, y ajustar el diseño experimental de dichos aspectos.

Proponer alguna investigación conjunta con personal del CRIP-Puerto Morelos, para tratar de demostrar la relación entre la población de juveniles de Río Lagartos y la población de adultos de los Caladeros de Contoy.

BIBLIOGRAFÍA

- Arreguín-Sánchez, F. 1978. Relaciones biométricas del camarón (*Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817) de las costas del Caribe Mexicano. In: III Conferencias Mexus - Gulf, Cancún Quintana Roo, México. 6-10 nov.
- Arreguín-Sánchez, F. 1981a. Tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817) de las costas de Quintana Roo, México. *Ciencia Pesquera* 61-87
- Arreguín-Sánchez, F. 1981b. Diagnósis de la pesquería del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817) de Contoy Quintana Roo, México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, México. 16 - 19 nov.
- Deriso, R.V., Quinn II, T.J. & Neal, P.R. 1985. Catch - Age Analysis with Auxiliary Information. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42:815-824
- FAO. 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome, FAO. 41 pp
- Hilborn, R. y C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Ordoñez, L., U., 1997. Aspectos Generales sobre la Biología y Ecología de los camarones del género *Penaeus* en el estero de Río Lagartos, Yucatán. 1er. Informe. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Mérida.
- Pérez Farfante I., (1988) Illustrated Key to Penaeoid Shrimps of Commerce in the Americas. NOAA Technical Report NMFS 64. 32 pp.

- Sáenz, M., M. Garduño, A., J.C., Piste, C. (1998).- Dictamen técnico sobre la captura de camarón en el estero de Río Lagartos.- Dictamen Técnico.- CRIP Yucalpetén.
- Secretaría de Marina, Dir. Gral. de Oceanografía Naval. 1977. Carta Batimétrica, Canal de Yucatán y proximidades. S.M. 900 Esc. 1:906530
- Seijo, J.C., O., Defeo y S. Salas. 1997. Bioeconomía Pesquera, Teoría, Modelación y Manejo. FAO. Doc. Tec. de Pesc. No. 368. Rome, FAO. 176 pp
- Sparre, P., Ursin, E. & Venema, S.C. Introduction to Tropical Stock Assessment. Part I. Manual on to FAO. Fisheries Technical Paper. No. 306.1 Rome, FAO. 1989. 337 p

ASPECTOS GENERALES DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL CALAMAR (*Loligo plei* y *Sepioteuthis sepioidea*) EN EL BANCO DE CAMPECHE, MÉXICO.

Manuel. J Solís-Ramírez, Alvaro Hernández, Mauricio Garduño, Francisco Ramírez y Luis Pacheco.

Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén, INP. A. P. 73. Progreso, Yucatán, México, C.P. 97320 email: cripyucalpetén@multired.net.mx.

RESUMEN

Se realizaron diez cruceros de pesca exploratoria de calamar en aguas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe, a bordo de dos embarcaciones de mayores de matrícula coreana con sistema de poteras japonesas operadas con máquinas semiautomáticas y manuales. Los cruceros se llevaron a cabo del 16 de mayo al 27 de noviembre de 1997. Se capturaron dos especies de calamares : *Loligo (Doryteuthis) plei* y *Sepioteuthis sepioidea*. Los datos registrados durante cada crucero fueron las coordenadas de inicio y fin de la faena, número de lances y poteras, número de individuos capturados, longitud total y del manto, así como del peso entero. En total se realizaron 313 lances que produjeron 5880 cajas de 10 kg cada una. Se clasifica en 7 categorías desde la GG (35 a 40 ejemplares de 35 cm o más) hasta la 4P (180 a 200 ejemplares de 10 cm o menos). El crucero I fue el menos productivo (30 cajas con 47 lances). El VI el más productivo 1523 cajas con 30 lances. Septiembre fue el mes de mayor captura (39.9%) y Mayo el de menor (0.2%). El análisis espacial permitió obtener una aproximación a la abundancia relativa, con áreas de cobertura conocidas. Los mapas de distribución de ambas especies permitieron analizar el progreso de la pesquería, así como relacionar con precisión la presencia de los calamares con la captura, la profundidad, la dirección del viento y la temperatura superficial del agua. Con apego a la información analizada se recomienda promover un nuevo estudio prospectivo utilizando embarcaciones adaptadas de la flota mayor Yucateca y con sus resultados determinar si la explotación del recurso es o no redituable y con ello, comercialmente explotable.

Palabras claves: Banco de Campeche, clamares, *Loligo plei*, *Sepioteuthis sepioidea*, distribución y abundancia.

INTRODUCCION

En los últimos diez años la producción pesquera de Yucatán se ha mantenido en un promedio de 40 mil toneladas anuales, basada en cinco pesquerías (pulpo, mero, huachinango, langosta y tiburón - cazón). No se esperan incrementos significativos en tales pesquerías, por encontrarse en sus niveles máximos de explotación (Pesca Responsable y Estado de Salud de los Recursos Pesqueros del País, INP-SEMARNAP, 1999 y 2000).

Por lo anterior, surge la necesidad de estimular la realización de estudios de recursos pesqueros potenciales, como el calamar, recurso de gran potencialidad económica y sabor

más delicado que el del pulpo. Que requiere de estudios de prospección sistemática mensual a lo largo de uno o dos años, a fin de determinar las áreas de concentración poblacional y de mayor disponibilidad a la pesca, a fin de establecer su pesquería en el Golfo de México y Caribe, tomando en cuenta que en otros países su explotación constituye una fuerte generación de divisas y de empleos (Solís-Ramírez, 1994)

La pesquería del calamar está plenamente establecida en las costas del Pacífico Mexicano, no así en el Golfo de México donde es de carácter incidental (redes de arrastre de camarón) por lo que se registra muy poca pesca. Así, de casi 27,000 toneladas del molusco que se registraron en 1998 en todo el país, sólo 71 se pescaron en el Golfo, en el estado de Campeche (Anuario de Pesca, 1999). Según Caddy (1983) en aguas del Atlántico Central hay posibilidad de desarrollar la pesca de calamares neríticos, de la familia Loliginidae. El Gobierno del Estado de Yucatán ha manifestado gran interés por que se desarrollen estas pesquerías y contribuyan a resolver al sector pesquero problemas de desocupación que está ocasionando la disminución de las capturas.

El objetivo de este trabajo es el difundir los resultados obtenidos a través de diez cruceros de pesca exploratoria y de prospección para la captura de calamar, en aguas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe, al amparo del permiso de Pesca de Fomento No. 170497-213-03-1264 otorgado a la empresa México-Coreana "Escatuna 12 HEUNG. S.A de C.V.

AREA DE PESCA.

A excepción del crucero I, que cubrió aguas de cuatro estados; Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Veracruz, a profundidades mayores de 20 brazas, los nueve cruceros restantes se realizaron en aguas del Golfo de México localizadas frente al litoral de la península de Yucatán (Fig. 1)

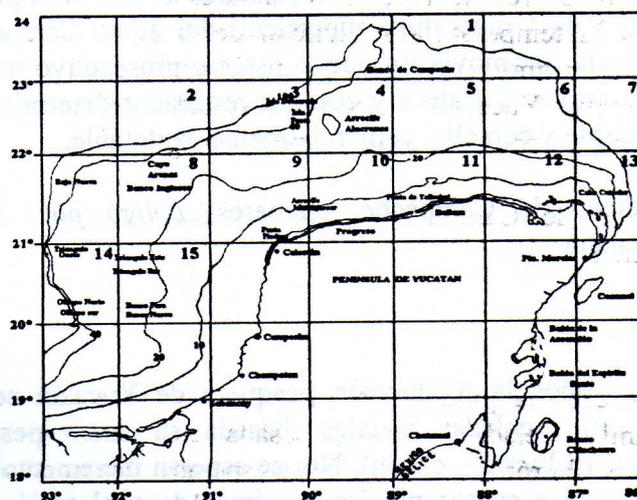


Fig. 1. Área de prospección pesquera de calamar (*Mollusca: Cephalopoda*).

MÉTODOS

Para realizar los cruceros se emplearon dos barcos de procedencia coreana, con las siguientes características:

Nombre	KUM - HO 108	H AN - SHIN 117
Casco	Hierro	Hierro
Eslora	43.50 m	50.40 m
Manga	8.20 m	8.30 m
Calado	3.85 m	3.05 m
Tonelaje	308.9 t	343.09 t
Motor principal.	1000.0 HP	1000.0 HP
Capacidad del tanque de Combustible.	245.39 m³	361.84 m³
Capacidad del tanque de agua.	22.80 m³	24.10 m³
Cámaras de Congelación y Conservación	1	1
Autonomía en el mar.	2 meses	2 meses

Equipo De Navegación

Navegador GPS, Trazador GPS, Vídeosonda, Sensor Digital de Temperatura, Termómetro, Anemómetro, Radio Banda Lateral, Radio VHF, Fax Meteorológico

Artes De Pesca

7-9 máquinas semiautomáticas japonesas de doble línea, 4-5 máquinas semiautomáticas japonesas de una sola línea, 2 anclas flotantes o de paracaídas, 2 velas, 18-23 líneas de máquina, 20-28 líneas de mano, 10 poteras para líneas de máquina, 5 poteras para línea de mano, plomadas de 2 y 0.300 Kg y 108 luces (lámparas) de 2000 wats c/u; por barco.

El método de pesca japonés empleado para el presente estudio, consistió en colocar sobre la borda a babor y estribor de cada barco 7 máquinas semiautomáticas de 2 líneas y 4 de una sola, con 10 poteras. Además de 26 líneas de mano con 5 poteras cada una. En cada lance de pesca se utilizaron en total 44 líneas con 310 poteras y 108 lámparas de 2,000 wats instaladas en forma rectangular (a babor-estribor y a proa y popa) en la parte media superior de cada barco. Estas últimas atraen al calamar hacia las poteras (Figs. 2 y 3). Las labores de pesca inician al anoecer. Se localiza el pesquero, se arroja el ancla paracaídas atada a la

proa del barco y se iza la vela ubicada en la popa. Viento y corrientes actúan como fuerzas opuestas sobre la vela y el ancla paracaídas, permitiendo que el barco se mantenga en la misma dirección y evitando que las líneas se enreden. Se prenden las luces y las máquinas semiautomáticas. Estas cuentan con uno o dos carretes en forma rómbica, que giran de manera intermitente haciendo bajar y subir las líneas con sus respectivas poteras, las cuales pasan por encima de una rejilla de plástico de 1.5 m a 2.0 m de longitud que al final sostiene un rodillo de plástico que sirve de guía para la línea que en la parte inferior lleva una plomada de 1 kg. Es importante mencionar que el sistema de máquinas semiautomáticas japonesas para la captura de calamar es un arte de pesca selectivo. (Fig. 4). Los pescadores utilizan la línea de mano como un cordel normal y en vez de rejilla de plástico utilizan una especie de repisa de lamina de acero inoxidable de unos 80 cm de longitud con un rodillo, por donde pasa la línea con sus respectivas poteras y una plomada de unos 300 g (Fig. 5). La actividad concluye, finalmente, al amanecer.

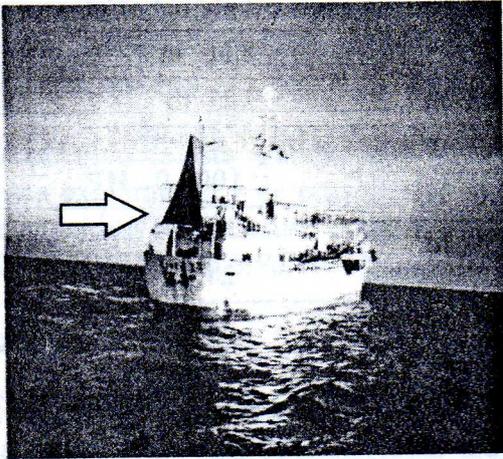


Figura 2. Unidad de pesca. Se señala la vela.

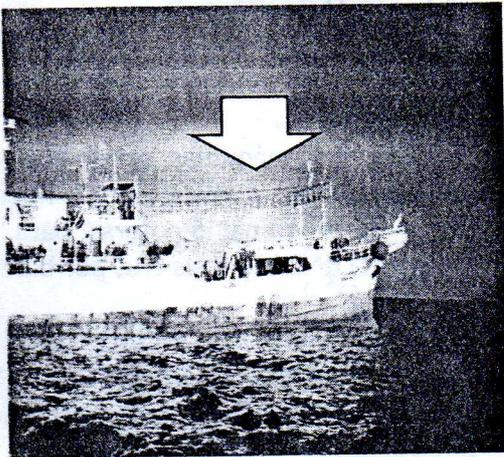


Figura 3. Sistema de luces.

Los datos de navegación y pesca (Nombre del barco, Arte de pesca, Fecha, Lance #, Hora: inicial y final, coordenadas geográficas (inicial y final); Profundidad (fondo y pesca); # Poteras/línea; # líneas, Tiempo de virado, Temperatura superficial (°C), Fase lunar, Estado del mar; Viento (Dirección y Velocidad), Número de Cajas de calamar con clasificación GG, G, M, P, 2P, 3P, 4P, de conformidad con el número de ejemplares por caja de un rango de tallas determinado), fueron anotados en una bitácora diseñada ex profeso. En siete de diez cruceros se hicieron muestreos de las capturas a bordo, para lo cual se apuntó: Nombre del barco, Número de Crucero, Longitud del manto (mm), Peso (g): En este último caso, se usó una báscula colgante de mano (tipo dinamómetro). Con estos datos: (1) se estimó la relación peso/longitud y (2) se analizó las frecuencias de talla y peso, para detectar su progresión modal. Se colectaron ejemplares de las especies capturadas a bordo de los diez cruceros y se identificaron en laboratorio, empleando las claves de FAO para cefalópodos comerciales del mundo (Roper et al., 1984). Aplicando a los datos de coordenadas de bitácoras de crucero el software Surfer 4.0 se hicieron mapas de estaciones de pesca, por crucero, para su ubicación geográfica, empleando un mapa base realizado por Bello y Hernández, (1999).

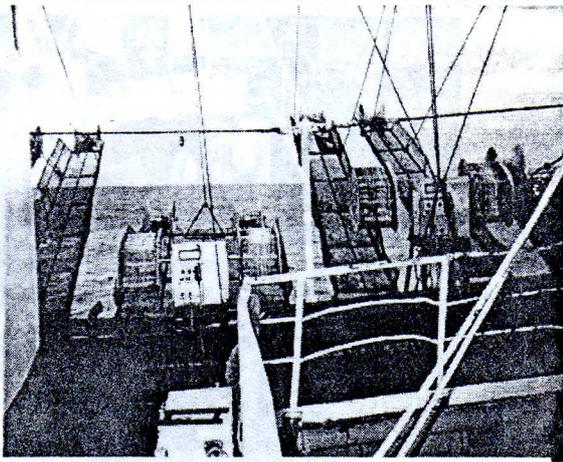


Figura 4. Maquinas semiautomáticas

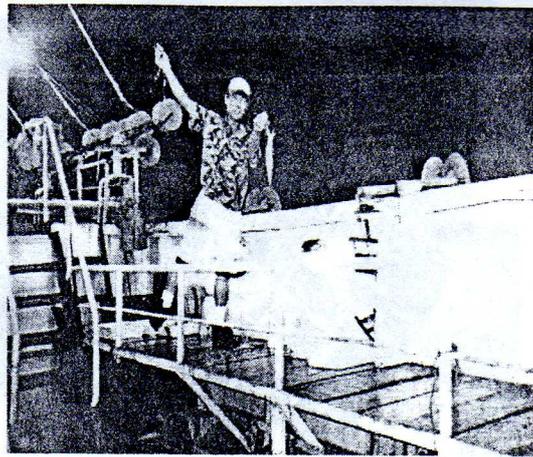


Figura 5. Maquinas manuales.

Manejo y conservación de la captura a bordo.

Al ser capturados los calamares se van apilando en cubierta a bordo y con la ayuda de una manguera se rocían con agua para mantenerlos húmedos, ya que al secarse se desgarran fácilmente la piel. Cuando se han acumulado en cantidad considerable, los calamares se clasifican en 7 categorías : GG, G, M, P, 2P, 3P y 4P, de conformidad a tallas (cm) y número de ejemplares de dicha talla colocados en charolas de plástico con capacidad para 10 Kg de producto. A continuación las charolas con material clasificado (Tabla 2) se congela a una temperatura de -70°C durante 6 horas y después se envasan de 5 en 5 en cajas de cartón, se sellan y conservan a una temperatura de -55°C hasta su desembarque.(Fig.6-7)

Tabla 2. Muestra las clases por tamaños (cm) y número de calamares por charola de 10 Kg para su posterior comercialización.

Clase	Talla en cm.	No ejemplares X charola
GG	35 ó mas	de 35 a 40
G	30 a 34	de 45 a 55
M	25 a 29	de 60 a 70
P	20 a 24	de 80 a 90
2P	15 a 19	de 100 a 120
3P	10 a 14	de 140 a 160
4P	10 ó menos	de 180 a 200



Figura 6. Rociando la captura.

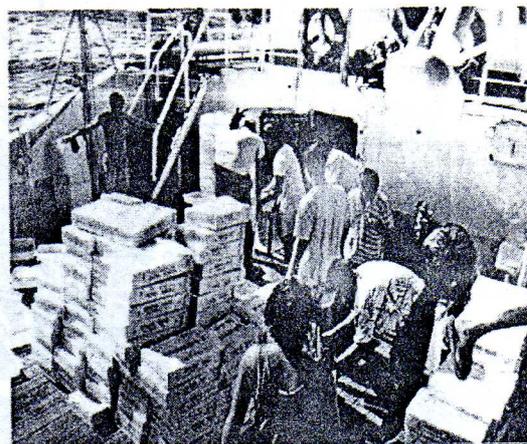


Figura 7. Poniendo el producto en cajas para su conservación.

RESULTADOS

Se realizaron 10 cruceros de pesca exploratoria y experimental de calamares y a excepción del I que abarcó los estados de Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, los 9 restantes se realizaron principalmente en aguas de la plataforma continental de Yucatán, del 16 de mayo al 27 de noviembre de 1997. En la figura 8 se muestran los sitios en los que se llevo a cabo la pesca. La mayor parte de los lances se hicieron frente a Progreso a una profundidad de entre 10 y 20 metros hay otros tres grupos de estaciones: frente a Dzilam de Bravo en la isobata de 30 m, otra frente a Telchac a los 50 m y frente a Sisal en los 10 m.

Tabla 3. Area de trabajo experimental, prospección de calamar y CPUE)

Crucero	Lances	Area de trabajo	Captura Kg.	Prof. (m)	CPUE KG/Lance
I	47	Veracruz, Campeche, Yucatán y Q. Roo	300	20	6.4
II	35	Progreso, Río lagartos y Oriente de Celestún	1,430	20	40.9
III	46	Celestún y Cabo Catoche	2,260	20	49.1
IV	34	Telchac Puerto	10,560	20	310.6
V	33	Chuburna y Telchac Pueto	11,000	20	333.3
VI	30	Telchac y Río Lagartos	15,230	20-40	507.7
VII	30	Celestún y Progreso	8,560	20	285.3
VIII	26	Celestún Cabo catoche	5,380	20	206.9
IX	24	Telchac a Río Lagartos	3,060	20	127.5
X	8	Sisal, Telchac y Río Lagartos	1,030	20	128.8
	313		58,510		

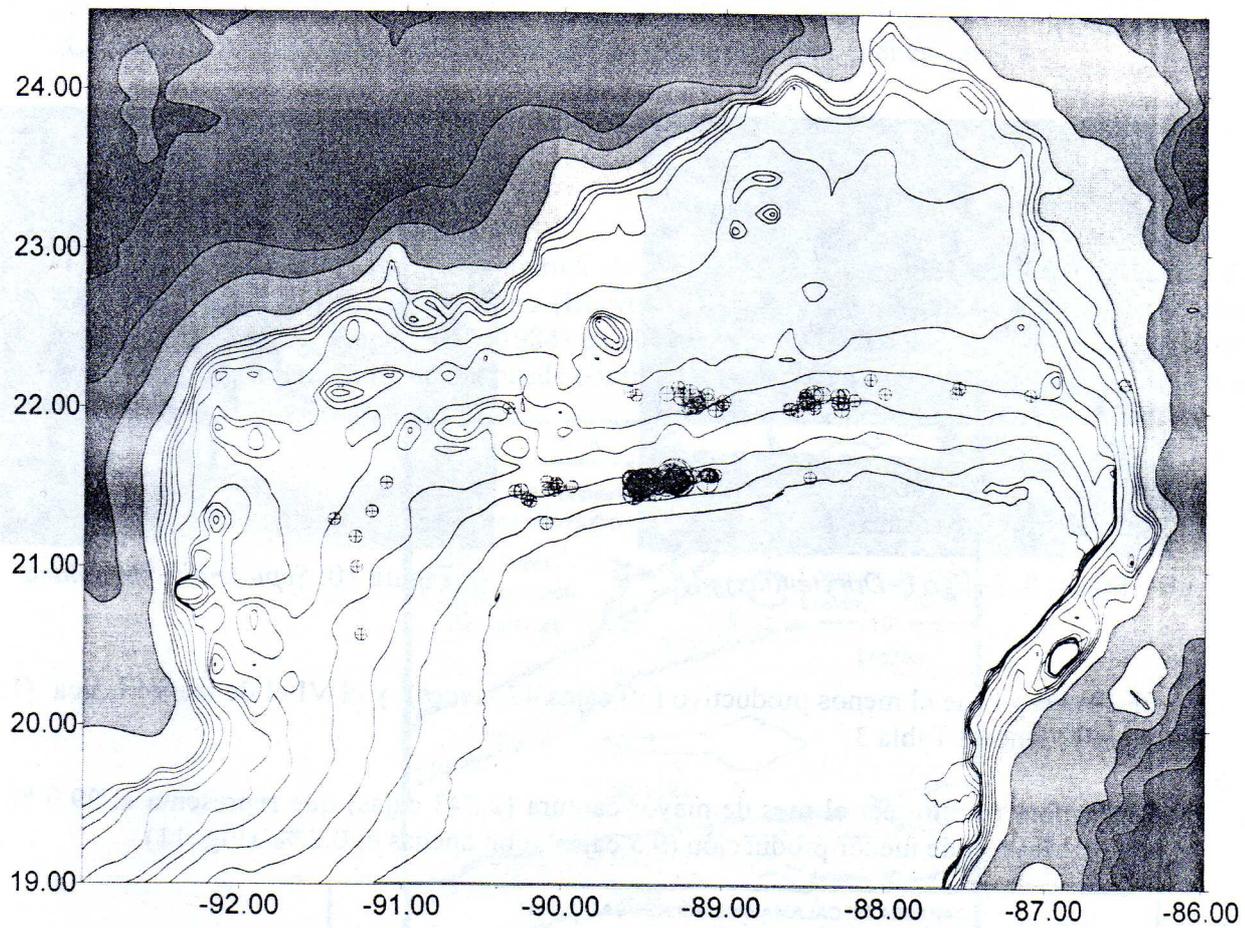


Figura 8. Distribución de las estaciones de pesca de los cruceros 2 al 9. La mayor parte del esfuerzo se concentró frente a las localidades de Progreso, entre las isobatas de 10 a 20 m.

Se capturaron dos especies de calamar: *Loligo* (=Doryteuthis) *plei* (Fig. 9) y *Sepioteuthis* *sepioidea* (Fig. 10).

Se realizaron un total de 313 lances (Fig. 8), con una captura de 5880 cajas de 10 Kg, clasificadas a bordo en 7 clases, siendo la categoría P la más abundante y la 4P, la menos. (Tabla 3).

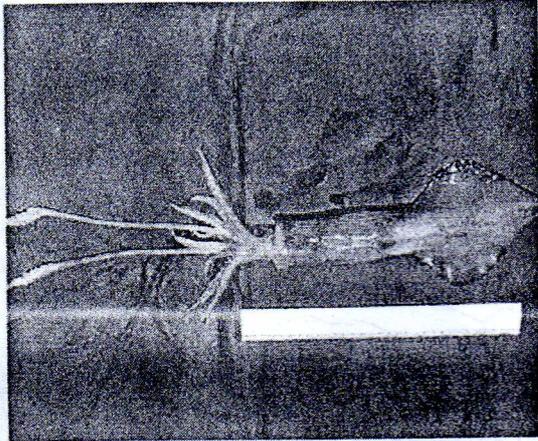


Figura 9. *Loligo* (=Doryteuthis) *plei*.

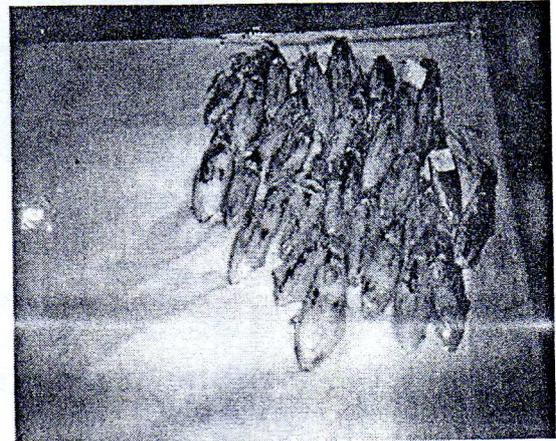


Figura 10. *Sepioteuthis* *sepioidea*

El Crucero I fue el menos productivo (30 cajas/47 lances) y el VI el de mayor pesca (1523 cajas/30 lances) Tabla 3.

Septiembre resultó ser el mes de mayor captura (2,243 cajas) que representa el 39.9 % del total y Mayo el de menor producción (9.5 cajas), con apenas el 0.2 %. (Fig. 11).

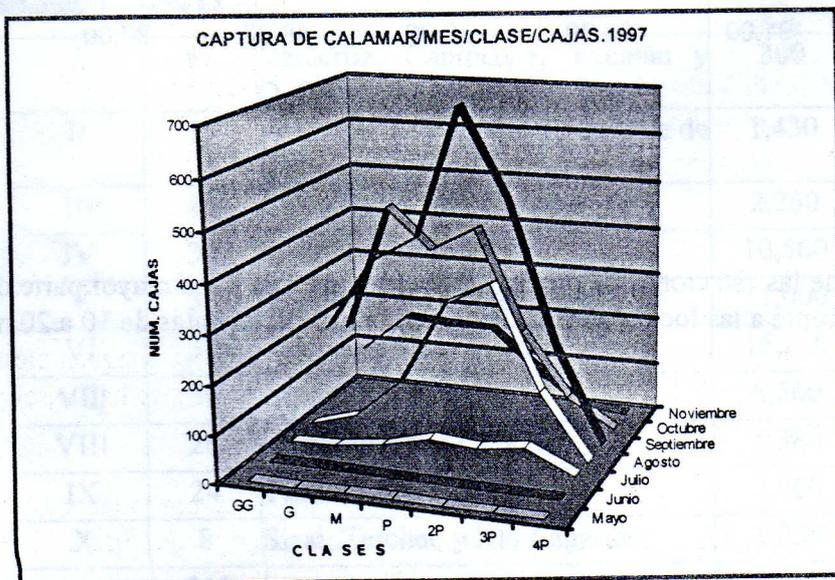


Figura 11. Captura de calamar por mes durante 1997.

Las frecuencias de longitud de 7 de los 10 cruceros, muestran una tendencia modal bien definida : (1) en los dos primeros meses, la moda es menor de los 200 mm (línea continua), conforme pasó el tiempo esta moda se desplaza hacia la derecha y (2) apareció una segunda moda hacia los 300 mm (línea discontinua), la cual se desdibuja presentando una distribución plana (asintótica), con la mayor frecuencia entre los 200 y 350 mm. (Fig. 12).

La relación peso/longitud del calamar *Loligo (=Doryteuthis) plei* es igual a :

$$\text{Peso} = 0.0068 \text{ Long}^{1.84} \quad R^2 = 0.83$$

DISCUSION.

La distribución geográfica y batimétrica de las dos especies identificadas en las capturas de los diez cruceros realizados (*Loligo (Doryteuthis) plei* y *Sepioteuthis sepioidea*), coincide con lo anotado por Roper et al.,(1984) en el Catálogo de Cefalópodos del Mundo, FAO, en tanto que la primera en mención, puede observarse en la Fig. 13 , la cual se tomo de Hixon et al., (1980).

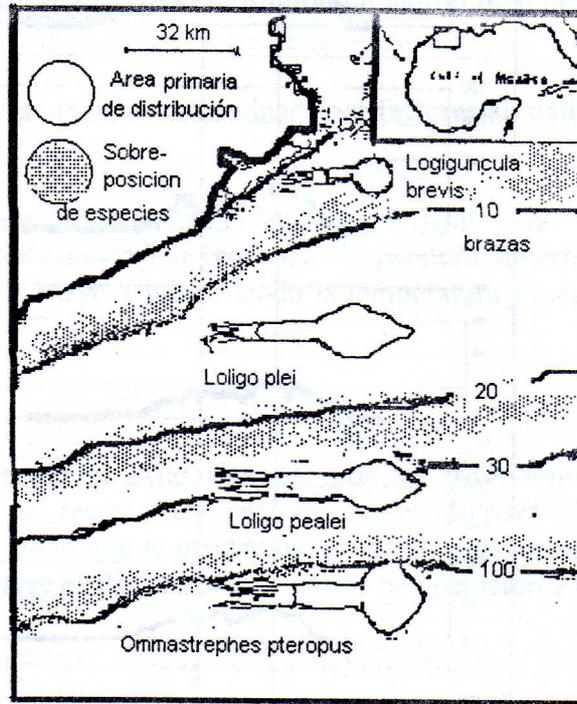


Figura 13. Distribución batimétrica de las especies de calamar en el Golfo de México

Sepioteuthis sepioidea fue sumamente escasa y solamente se capturó en aguas aledañas de Quintana Roo, al oriente de la Península de Yucatán, México. Por lo que de hecho, el presente estudio se basa en la especie *Loligo plei*.

En lo general, si se toma en cuenta que las expectativas de ese tipo de barco era capturar entre 3 y 5 toneladas diarias, entonces no se logró el propósito deseado, ya que basta observar los valores de la CPUE, mismos que fluctuaron entre 6.4 y 507.7 Kg/lance.

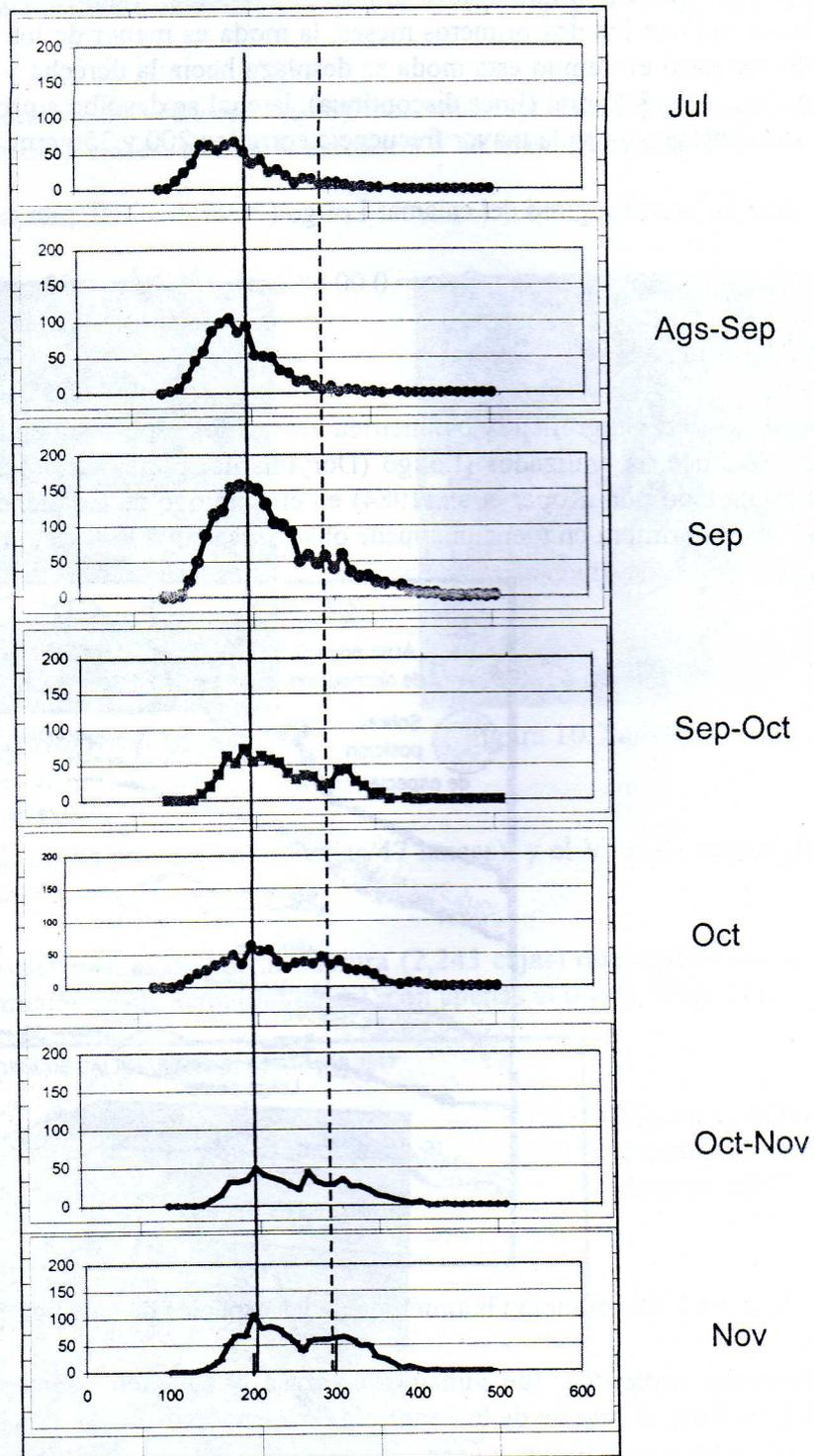


Figura 12. Distribución de tallas a través de la temporada de pesca de *Loligo plei*.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a las tendencias de la abundancia relativa (CPUE), Septiembre resultó ser el mes de mayor abundancia.

Las pesca exploratoria mostró una clara tendencia, por parte de los capitanes, quiénes en un inicio distribuyeron las estaciones en una gran área, desde Veracruz hasta Quintana Roo, en profundidades variables de menos de 20 hasta 30 brazas.

En los cruceros posteriores a las estaciones se ubicaron en lugares estratégicos, reconocidos por la abundancia del recurso, ubicándose principalmente en la porción central de la plataforma continental de Yucatán, frente a los puertos de Telchac y Río Lagartos, Yuc., a una profundidad de 10-20 m (Fig. 8).

La categoría más abundante fue la P. Es decir, individuos de 120 g promedio. Tabla 4. Los ejemplares de mayor talla se registraron en los meses de Septiembre y Octubre.

El análisis de las frecuencias talla/peso, no mostraron un patrón bien definido de secuencias de cohortes.

La biología del recurso está fuertemente determinada por factores climáticos, particularmente la temperatura.

Se observó cierta correlación entre la temperatura superficial y la abundancia, siendo Septiembre el mes de mayor abundancia con una temperatura superficial de 29^o C y la menor abundancia ocurre de mayo a julio cuando la temperatura superficial registrada fue menor de 27^o C.

RECOMENDACIONES.

No obstante no haber obtenido el éxito esperado por los inversionistas, se recomienda promover un nuevo estudio del recurso en comento, empleando para ello embarcaciones de la flota mayor de Yucatán, dado que la calidad del producto justificaría su menor volumen de captura, además de esperarse el abatimiento de costos de operación a bordo.

AGRADECIMENTOS.

A Juan Carlos Espinosa M. por su aportación de datos y fotografías al actuar como observadores a bordo de las embarcaciones coreanas. Así también a Fredy Chablé Ek.

BIBLIOGRAFIA

Hixon, R.F., R.T. Hanlon, S.M. Gillespie & W. L. Griffin. 1980a. Squid Fishery in Texas; biological, economic, and market considerations. Marine Fisheries Review. July-August, 44 - 50.

- Hixon, R.F., M.J. Solís-Ramírez & M. Villoch. 1980b. Aspects of morphometrics and reproduction of the squid *Ommastrephes pteropus*, Steenstrup 1885 in the Western Gulf of Mexico. Bull. of American Malacol. Union, Inc. 54- 60.
- INP-SEMARNAP, 2,000. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. 1997 – 1998. Mayo. 691 p,
- Rathjen, W. F. 1984. Squid fishing techniques. Gulf and South Atlantic Fish. Development Foundation, Inc. 1-15.
- Rathjen, W. F. 1991. Cephalopod capture methods : an overview. Bull. Mar. Sci. 49 (1-2). : 494-505.
- Roper, Clyde F.E, W. Rathjen. World -wide squid fisheries : A summary of landings and capture techniques. Jour. of Cephalopod Biology. 2. 1-51.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney & C. Nauen. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3, Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish Synop.,. (125)vol. 3 :277p,
- Solís-Ramírez, M.J., M. Garduño, J.C. Espinoza y F. Ramírez. 1997. ¿Pesquería de Calamares en la Plataforma Continental de Yucatán?. 50th Annual Meeting Gulf & Caribbean Fisheries Institute, Inc. Noviembre 9-14. Mérida, Yucatán, México.
- Voss, G.L. 1956, A review of the cephalopods of the Gulf of Mexico. Bull.Mar.Sci,Gulf Caribb. 6(2) :85-119.
- Voss, G.L., L. Opresko & R. Thomas. 1973. The potentially commercial species of octopus and squid of Florida, the Gulf of Mexico and the Caribbean Area. Univ. Miami Sea Grant Field Guide Ser. 2, 23.
- Voss, G.L. & T.E, Brakonieccki. 1985. Squid resources of the Gulf of Mexico and the southeast Atlantic coast of the United States.NAFO Sci. Council Studies 9 :27-67.