

Evaluación de la Pesquería de Langosta (*Panulirus argus*) de Banco Chinchorro, Quintana Roo, México con Base en el Análisis de Frecuencia de Tallas

A Length-Based Assessment of the Spiny Lobster (*Panulirus argus*) Fishery in Chinchorro Bank, Quintana Roo, Mexico

ELOY SOSA-CORDERO, ANGÉLICA RAMÍREZ-GONZÁLEZ y

MARTÍN DOMÍNGUEZ-VIVEROS

Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO)

A. P. 424

Chetumal, Quintana Roo, México

ABSTRACT

Chinchorro Bank (CHB) is the most important fishing ground for spiny lobster (*Panulirus argus*) at south of Quintana Roo, on the Caribbean coast of México. CHB (18° 35' N, 87° 20' W) is a reef complex atoll-like with an area near 700 km². There, the exploitation is carried out using a gaff through skin diving, by 160 fishermen and 60 motored boats (Delegación Federal de Pesca). In the 1980s, the annual catches declined from 45.4 tons (tails) in 1983 to twenty tons in 1990. The main objective of this work is the length-based assessment of the CHB spiny lobster fishery. In the 1990-91 fishery season, we sampled monthly catch and effort as fishing trips (VE), diving hours (h) and divers number (b) by trip. For a subsample of VE lobsters, also were sexed and measured to determine the sizes of lobsters caught. For 329 VE, monthly CPUE in VE⁻¹ attains a maximum in July, 13.8 kg (tails) VE⁻¹ and a minimum in August, 4.4 kg VE⁻¹. Monthly CPUE in diving hours*diver (hb)⁻¹ had its highest value in October, 35 kg 10⁻³ (hb)⁻¹ and its lowest in January, 12.2 kg 10⁻³ (hb)⁻¹. From n=9165 length measurements, 2.2 tons in weight, near to 11% the season total catch; we obtained K=0.398 and 0.395 yr⁻¹, L_{inf} = 321.3 and 332.8 mm tail length (AL) and t₀ = -0.33 and -0.22, using SLCA and ELEFAN methods, respectively. Total mortality rates estimated were between 1.38 and 2.41. Natural mortality M=0.40 was computed after Cruz *et al* (1981). The mean exploitation rate (E) had values from 0.71 to 0.80. According to the relation between relative yield per recruit (Y'/R) vs (E), the observed E₀ of this spiny lobster fishery is within the range that maximizes Y'/R. Hence, any increase in fishing mortality or fishing effort is not recommended.

KEY WORDS: Spiny lobster fishery, Chinchorro Bank, length-based assessment, growth and mortality rates.

INTRODUCCION

En los 1980s, la pesquería de langosta (*Panulirus argus*) del estado de Quintana Roo tuvo una expansión desmesurada, que sumada al efecto del huracán Gilberto (09-1988), parecen explicar la reciente caída abrupta de las

capturas en la zona norte y central del estado (Sosa-Cordero y Ramírez-González, ms). En el sur, con distinta modalidad de explotación, las capturas también declinaron en la década anterior, si bien con diferente grado.

En la zona sur de Quintana Roo, la langosta *P. argus* y el caracol *Strombus gigas* comparten el primer lugar en valor económico (Delegación Federal de Pesca, CIQRO, 1990). Para ambos recursos, el Banco Chinchorro (Figura 1) es el área de pesca más importante. A partir de un máximo de 46.9 tons de colas en 1983, las capturas de langosta *P. argus* en Banco Chinchorro han declinado de modo sostenido, a sólo 20 tons anuales en el lapso 1988-90 (Figura 2).

Ante tal situación, y la falta de información biológica y pesquera de la localidad, en la temporada 1990-91 fué iniciado un programa para obtener datos esenciales de captura, esfuerzo y composición de la captura por tallas. El programa tiene como meta principal la estimación de parámetros poblacionales esenciales para una evaluación del recurso.

En la última década resurgió el uso de técnicas basadas en la distribución de frecuencias de tallas para determinar edades relativas; lo que permite estimar parámetros de crecimiento y mortalidad (Pauly y David, 1981; Pauly, 1984; Pauly y Brey, 1986; Shepherd, 1987; Gayanilo *et al.*, 1988; Rosenberg y Beddington, 1988). Estos métodos son particularmente útiles en recursos cuya determinación de edad enfrenta serias dificultades, como moluscos y crustáceos; y en general para recursos de áreas tropicales.

El presente trabajo describe aspectos generales de la pesquería de langosta *P. argus* de Banco Chinchorro, tales como el patrón de las capturas y esfuerzo mensuales. Con base en la distribución de frecuencias de tallas de la temporada 1990-91, se estiman las tasas de crecimiento y mortalidad. Finalmente, se efectúa una evaluación del recurso a partir de una relación aproximada del rendimiento por recluta y la tasa media de explotación.

LA PESQUERIA DE LANGOSTA EN BANCO CHINCHORRO

La pesquería de langosta *Panulirus argus* del sur del estado comenzó a finales de los 1950s cuando se fundó la primera cooperativa; aunque cobra importancia a mediados de los 1960s. En esa época los viajes a Banco Chinchorro eran poco frecuentes (Miller, 1982; César y Arnáiz, 1986). Las embarcaciones eran veleros con casco de madera y vivero: un compartimento del casco que permitía la entrada de agua de mar. Cada velero recibía la captura de dos a tres pequeños botes de remo. Las langostas eran capturadas con chapingorro o por buceo libre con lazo, unavarilla corta de madera con un juego de cuerdas o alambres para aprisionar las langostas. Estas eran depositadas en el vivero y comercializadas vivas en Belice y luego a compañías que las exportaban a EUA (César y Arnáiz, 1986).

En los 1970s los viajes a Chinchorro se hacen más frecuentes, se introducen lanchas beliceñas de madera (Miller, 1982) con motor fuera de borda y el lazo es

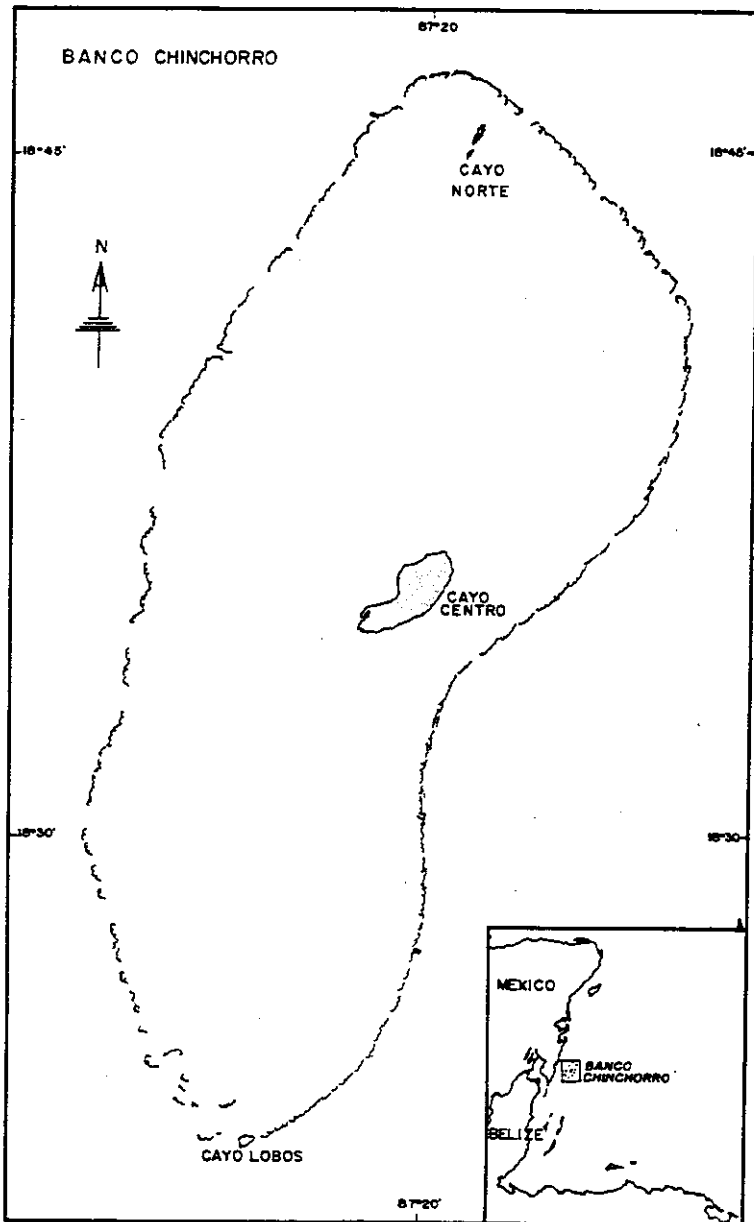


Figure 1. Area de estudio, Banco Chinchorro.

LANGOSTA DE BANCO CHINCHORRO
CAPTURA Y ESFUERZO 1970 - 90

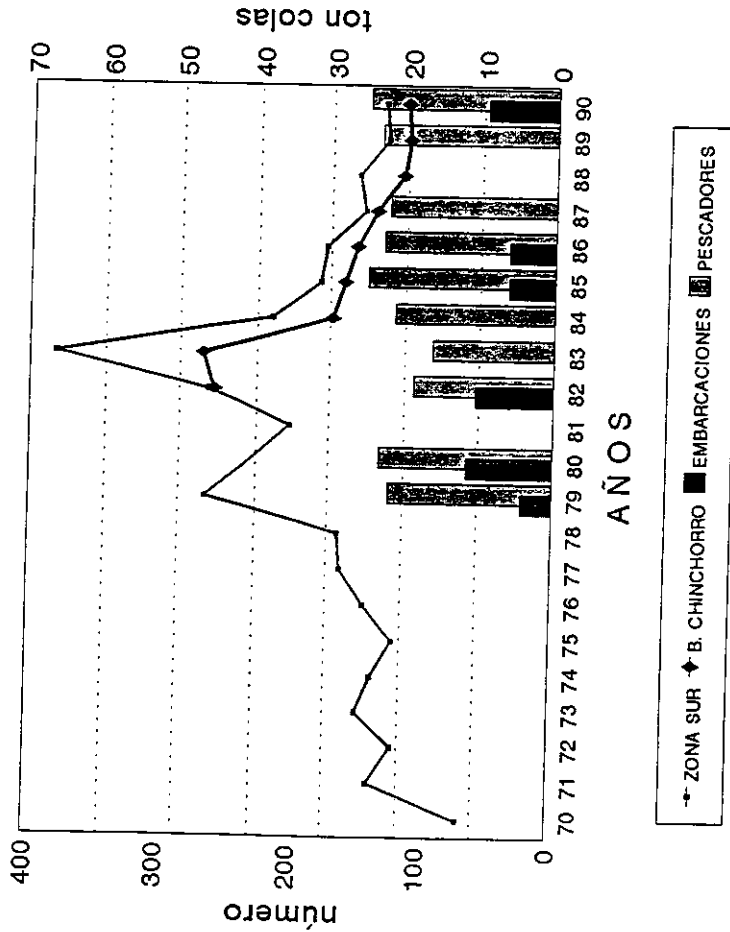


Figure 2. Captura y esfuerzo de la pesquería de langosta *P. argus* en el sur de Q. Roo, de 1970-1990.

reemplazado por el gancho, una varilla con un anzuelo fijado al extremo. Los veleros cambian el vivero por la cajade hielo. La comercialización, el uso del gancho y la disponibilidad de hielo condujeron al desembarque de colas exclusivamente. En los 80's, se creó una nueva cooperativa y aumentó el número de pescadores y embarcaciones (Figura 2). Se establece el predominio de embarcaciones de fibra de vidrio de 23 a 25 ft con motor fuera de borda de 40 HP.

En la actualidad en el banco operan tres cooperativas con cerca de 160 pescadores y 60 embarcaciones; existe un campamento permanente en Cayo Centro. El total de embarcaciones y pescadores coincide en el banco al principio y al final de la temporada; por lo que en un momento dado, solamente opera una fracción variable del total. Las embarcaciones entregan la captura a barcos nodrizas que desembarcan el producto en Majahual o Chetumal. En el banco persiste el uso del buceo libre y gancho; sólo dos embarcaciones usan ocasionalmente buceo SCUBA o con compresora. La actividad pesquera en Banco Chinchorro ha estado limitada por su relativo aislamiento, disponibilidad de hielo y su exposición a factores climáticos como vientos del sureste, nortes, tormentas y huracanes.

Al igual que en todo el estado, las medidas de regulación vigentes son: 1) Veda de cuatromeses, de Marzo 1 a Junio 30; que hasta 1987 era de Marzo 16 a Julio 15; 2) Talla mínima de 13.5 cm de cola, que equivale a cerca de 77 mm de longitud de cefalotórax (Cobá Cetina, 1990); y, 3) Prohibición de capturar hembras ovígeras.

MÉTODOS

Área de estudio

Banco Chinchorro es un complejo arrecifal tipo atolón, con cerca de 700 km² (Jordan y Martin, 1987). El Banco está ubicado (87° 23' W y 18° 35') frente a las costas del sur del estado mexicano de Quintana Roo (Figura 1). El banco está formado por una laguna somera y extensa de la que emergen Cayo Centro, dos cayos conocidos como Cayo Norte y uno más: Cayo Lobos, ubicado al sur. Los dos primeros están bordeados de mangles y en la porción norte de la laguna abundan los pastos marinos. La profundidad (2 a 10 m) y profusión de parches coralinos decrecen hacia el norte de la laguna (Hidalgo y Chávez, 1984). El perímetro oriental de la laguna está definido por una estructura coralina bien desarrollada casi continua, con plataforma submarina de pendiente menos pronunciada que la occidental. En el flanco occidental la estructura coralina es difusa y poco estructurada (Chávez e Hidalgo, 1984; Jordan y Martin, 1987).

Metodología

Durante la temporada 1990-91, de Julio a Febrero con excepción de Diciembre, se efectuaron muestreos mensuales de la captura y esfuerzo. Cada

mes, por dos a cuatro días, fueron encuestadas casi todas las embarcaciones que entregaban capturas al barco nodriza para obtener información sobre el sitio de pesca y el esfuerzo en horas de buceo y número de buceadores. A la mayor parte de las embarcaciones, y en ocasiones a la captura reunida de varias embarcaciones, fué posible medir y sexar todos los individuos capturados que no fueron descartados. Se midió la longitud abdominal o de cola, del borde anterior de la cola al extremodel telson sobre la línea media dorsal, al milímetro más cercano.

Se obtuvieron algunos datos de las capturas por viaje de pesca para fechas fuera de los periodos de muestreo. Las capturas anuales de 1982-1990 y las capturas mensuales en la temporada 1990-91 de cooperativas que operan en el Banco fueron recopiladas en la Delegación de Pesca (Chetumal, Quintana Roo). La información de las embarcaciones y pescadores para 1979-90 se obtuvo de diversas fuentes (Miller, 1982; César y Arnáiz, 1986), y recopilación directa en la Delegación Federal de Pesca y la Delegación Federal del Trabajo, ambas en Chetumal, Q. Roo.

Los parámetros del modelo de crecimiento von Bertalanffy, fueron obtenidos a partir de la progresión modal en las distribuciones mensuales de tallas, mediante un método no paramétrico propuesto originalmente por Pauly y David (1981), pero con modificaciones recientes ELEFAN Compleat (Gayanilo *et al.*, 1988). Con el mismo fin se aplicó un método casi paramétrico SLCA (Shepherd, 1987; Rosenberg y Beddington, 1988), que emplea toda la información de la distribución de tallas y no solamente las modas, esto con la versión del paquete LFDA (Basson *et al.*, 1988). En todos los casos, para convertir la longitud de cola o abdominal (LA) a longitud de cefalotórax (LC) se emplea la ecuación de regresión obtenida en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo por Cobá Cetina (1990).

La mortalidad total Z fué calculada por la fórmula de Beverton y Holt (1956) que requiere contar con K y L_{inf} ; además de L' , límite inferior de la clase completamente reclutada y L_p , latalla promedio de L' en adelante. Otra estimación de Z se obtuvo por el método de la curva de captura modificado para tallas (Pauly, 1984); éste también requiere parámetros de crecimiento y entre otras suposiciones, considera reclutamiento y Z constantes para los grupos de edad (relativa). Los cálculos se hicieron con el ELEFAN Compleat (Gayanilo *et al.*, 1988). Una última estimación de Z , se consiguió a partir de los grupos modales detectados por el Battacharya modificado (Pauly y Caddy (1985); y con la ecuación $N_{t+1} = N_t \exp(-Zt)$ obtenida por regresión. Las tres estimaciones de mortalidad total se basaron en una distribución sumaria de frecuencia de tallas de la temporada 1990-91, construida mediante la ponderación de cada distribución mensual, con respecto al volumen de captura de dicho mes (Annala, 1979).

La mortalidad natural (M) se estimó por la ecuación de Cruz *et al.* (1981), basada en K , L_{inf} y la temperatura media del mar; una ecuación análoga a la de Pauly (1980), pero obtenida con datos de langostas solamente. F fué calculada por la diferencia entre Z y M . Se calculó latasa media de explotación E , dada por la razón F/Z (Doi, 1975).

Se efectuó una evaluación simple del recurso con base en la relación entre rendimiento por recluta relativo (Y'/R) y la tasa media de explotación E (Beverton y Holt, 1964, citado por Pauly, 1984). Este procedimiento requiere conocer M , K , L_{inf} , E y L_c .

RESULTADOS

En los 1980s el esfuerzo langostero en la zona sur tuvo un aumento relativamente menor que en el resto del estado (Figura 2). En Banco Chinchorro, de 1979 a 1990 el número depescadores aumentó en 28%, mientras que el de embarcaciones creció 140% (Figura 2). Por otra parte, es evidente que la modalidad de explotación que prevalece en Chinchorro ha cambiado poco desde los 1970s; ya que persiste el predominio del buceo libre con gancho. Asimismo, lo remoto del banco reduce los días efectivos de pesca, el número de pescadores en una fecha dada y limita la disponibilidad de hielo.

Fueron encuestadas 328 viajes-embarcación o viajes de pesca (v), de los cuales 318 proporcionaron información completa sobre captura y esfuerzo en horas de pesca o buceo (h) y número de buceadores (b). A lo largo de la temporada tendió a disminuir el promedio de horas de buceo por viaje, con 5.40 h en Julio-Septiembre y 5.0-5.2 de Octubre a Febrero (Tabla 1). Para datos de toda la temporada, el 41% de los viajes-embarcación tuvo dos buceadores, el 29% tres buceadores y el 22% un buceador; el 8% restante más de tres. La captura por unidad de esfuerzo ($cpue$) mensual tuvo patrón diferente según el índice de esfuerzo empleado (Figura 3). La CPUE (v) con el esfuerzo en viajes de pesca (v) osciló entre 5.08 kg colas v^{-1} en Agosto y 14.3 kg v^{-1} en Julio, el primer mes de la temporada. En cambio, cuando el esfuerzo se expresó en horas de buceo (h)* hombre o buceador (b), la CPUE (hb) tuvo un mínimo de 12.2 kg $10^{-3} (hb)^{-1}$ en Enero y un máximo de 35.3 kg $10^{-3} (hb)^{-1}$ en Octubre (Figura 3).

Para más de 270 viajes, fué posible medir la longitud abdominal (LA) de todas las langostas capturadas, lo que representó una muestra ($n=$) 9,165 langostas medidas con peso de 2.28 tons de colas; el 11% del total capturado en Chinchorro durante la temporada 1990-91. Apartir de la progresión modal en las distribuciones mensuales de talla de sexos combinados (Figura 4), con el método no paramétrico del ELEFAN Compleat (Gayaniilo *et al.*, 1988), se obtuvieron los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy: $L_{\text{inf}}= 332.84$ mm LA, equivalente a 198 mm LC; $K=0.395$ año $^{-1}$ y $t_0=-0.22$ (Tabla 2). El valor del parámetro de ajuste R_n fué de 119. A los mismos datos de tallas, se aplicó también el método SLCA (Shepherd, 1987; Rosenberg y Beddington, 1988;

Table 1. Componentes del esfuerzo mensual en Banco Chinchorro durante la temporada 1990-91.

MES	VIAJES VE (n)	COMPONENTES DEL NO. BUCEADORES (b)		ESFUERZO POR VIAJE HORAS DE BUCEO (h)	
		X	S	X	S
JUL	101	2.4	0.07	5.4	1.34
AGO	32	2.0	0.84	5.4	1.00
SEP	33	2.1	0.93	5.4	1.04
OCT	23	2.6	1.38	5.0	0.82
NOV	41	2.4	1.10	5.0	1.14
DIC	-	-	-	-	-
ENE	73	2.01	0.83	5.2	1.10
FEB	26	2.31	0.93	5.2	1.20

Table 2. Parámetros de crecimiento, mortalidad, y tasa de explotación de *P. argus* de Banco Chinchorro, Q. Roo.

PARAMETRO ESTIMADO Y VALOR DE AJUSTE	METODO		
	SLCA		ELEFAN
L (LA mm)	321.3 (191 LC)		332.84 (198 LC)
K (anual)	0.398		0.395
t_0	-0.33		-0.22
Valor del Ajuste	85.4		119
M		0.40	
	B-H	C. C.	A. P. M.
Z	2.01	2.41	1.38
F	1.61	2.01	0.98
E	0.801	0.834	0.710

Basson *et al.*, 1988) con el que se obtuvieron $L_{inf} = 321.3$ mm LA, equivalente a 191 mm LC, $K=0.398$ año⁻¹ y $t_0 = -0.21$ (Tabla 2). El valor del parámetro de ajuste, dado por la función de puntaje SF fué de 84.93.

A partir de los parámetros de crecimiento obtenidos por el método SLCA y con base en las frecuencia de tallas sumaria (Figura 5), con $L' = 160$ mm LA y la talla media $L_p = 186.66$ mm LA, se calculó una mortalidad $Z = 2.01$ por la fórmula de Beverton y Holt (1956). A partir de la distribución sumaria de tallas y los parámetros de crecimiento obtenidos por el SLCA, se estimó $Z = 2.42$ con el método de la curva de captura modificada para tallas (Figura 6). Mediante el procedimiento Battacharya modificado se obtuvo $Z = 1.38$. La mortalidad natural

CAPTURA Y ESFUERZO MENSUAL

B. CHINCHORRO 1990 - 91

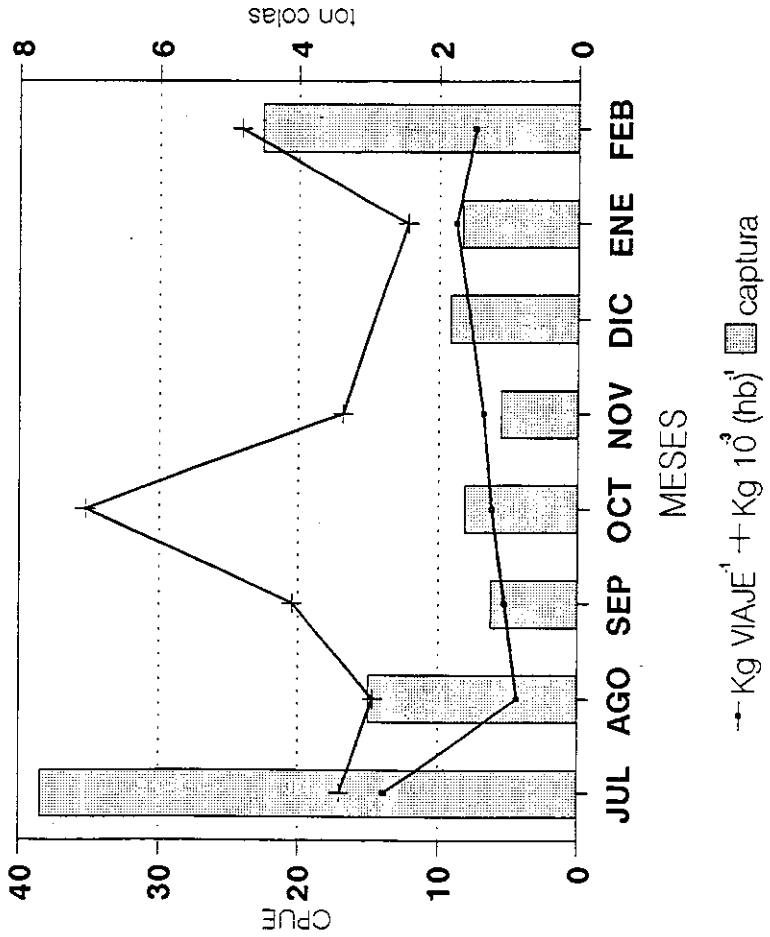


Figure 3. Captura y esfuerzo mensual, para la temporada 1990-1991, de la pesquería de *P. argus* en Banco Chinchorro, Q. Roo (h. b. = horas de

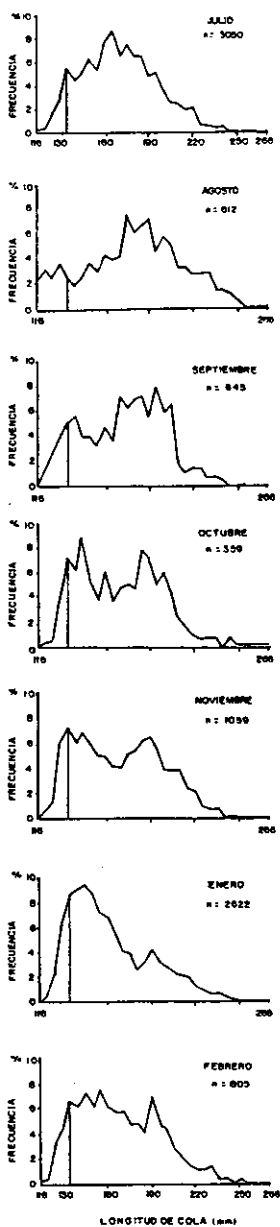


Figure 4. Distribución mensual de frecuencia de longitudes (LA, mm) de *P. argus* en Banco Chinchorro, durante la temporada 1990-1991.

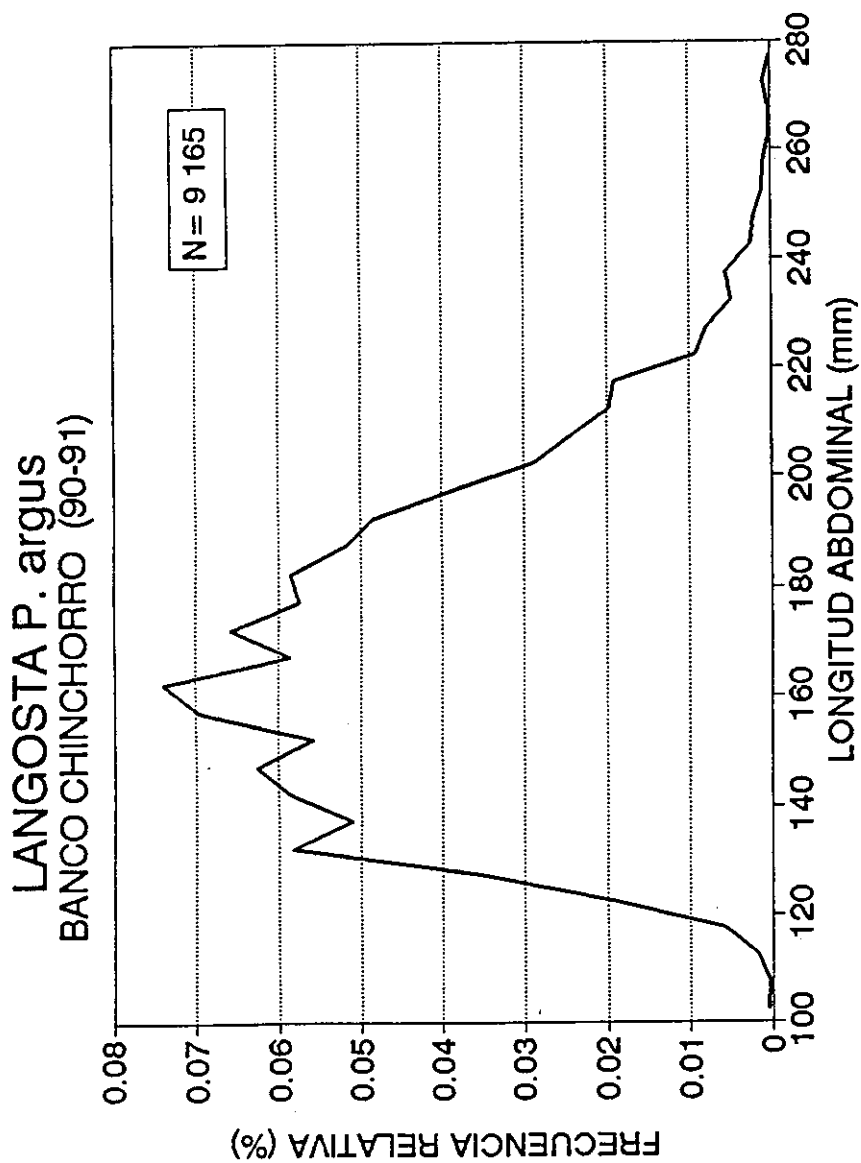


Figure 5. Distribución sumaria (ponderada) de frecuencias relativas de tallas (LA, mm) de *P. argus*, durante la temporada 1990-1991 en Banco Chinchorro, Q

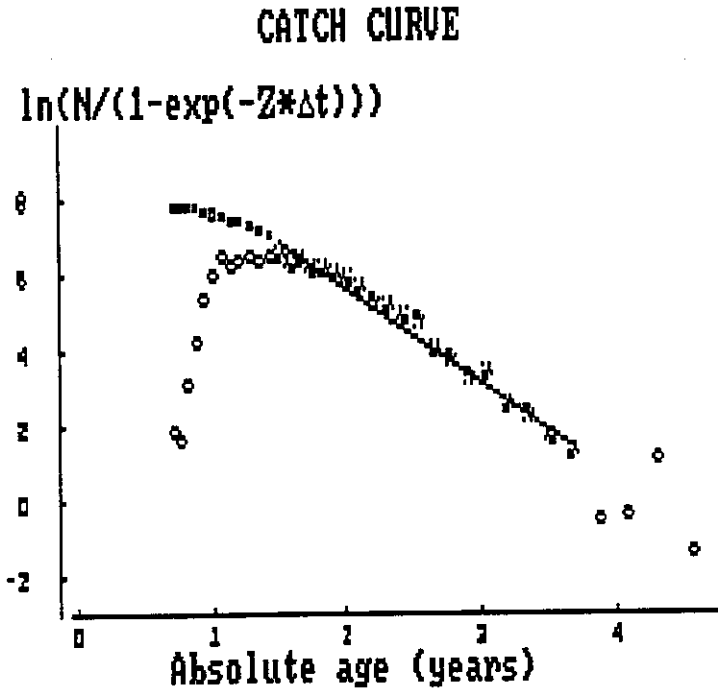


Figure 6. Curva de captura de la pesquería de langosta de Banco Chinchorro, durante la temporada 1990-1991.

fué estimada en $M=0.40$ con la ecuación de Cruz *et al.* (1981); con los valores de K , L_{inf} obtenidos por SLCA y temperatura media del mar de 29°C . Con base en la diferencia entre las tres estimaciones de Z y $M = 0.40$, se obtuvieron valores de F que variaron entre 0.94 y 2.01 (Tabla 2); y por ende, las tres estimaciones de la tasa media de explotación E tuvieron un rango de 0.71 a 0.83 (Tabla 2).

Con la talla media de primera captura estimada en $L_c=160.0$ mm LA; se graficó la relación del rendimiento por recluta relativo (Y'/R) con respecto a la tasa de explotación (Figura 7); es notable que el rango de valores observados de E , entre 0.71 y 0.83, estén dentro del intervalo de E para el que se alcanza el máximo rendimiento relativo por recluta (Figura 7).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En vista de la modalidad de explotación prevaeciente en Banco Chinchoro, queda claro que la pesquería de langosta *Panulirus argus* de Banco Chinchorro es menos compleja que la del resto del estado; además de que, en términos generales, no ha sufrido una explotación tan intensa en comparación con la zona norte y sur. Por esto mismo resulta importante establecer el estado del recurso, dada la sostenida tendencia decreciente de las capturas en los 1980s.

La captura media por viaje, una forma de cpue, tuvo su máximo al inicio de la temporada y su mínimo el mes siguiente; a partir del cual experimentó una ligera recuperación. Por otra parte, el promedio de horas de buceo por viaje, componente del esfuerzo, disminuyó a lo largo de la temporada (Tabla 2). Lo último implica un menor esfuerzo efectivo debido a que el buceo estaría limitado por relativamente menores i) duración de iluminación solar, y ii) temperatura del agua. La tendencia decreciente de la captura por viaje, cpue(v), considerada como índice de abundancia relativa de langosta, puede atribuirse al efecto acumulativo de la pesca; aunque antes debiera ser ajustada por el menor tiempo de buceo, puede atribuirse al efecto acumulativo de la pesca.

Lo anterior se contrapone al patrón del cpue (hb), con esfuerzo en horas de buceo * hombre (hb) (Figura 3). Este índice alterno de abundancia tuvo un pico en Octubre y otro en Febrero; en ambos meses, el esfuerzo tuvo distribución espacial similar a otros meses. Es notable que tales picos tengan lugar un mes antes de Noviembre y Marzo cuando, según el análisis de frecuencia de tallas por el ELEFAN Compleat (Gayanilo *et al.*, 1988), se detectan máximos relativos de reclutamiento (Sosa-Cordero, no publicado). Además, ambos picos, el de abundancia y reclutamiento, ocurren justamente en la época en que se registran las migraciones masivas en la zona norte. Por lo tanto, es probable que en Chinchorro tengan lugar desplazamientos estacionales de langostas entre diferentes áreas y/o entre aguas profundas y someras; lo que amerita ser estudiado detenidamente.

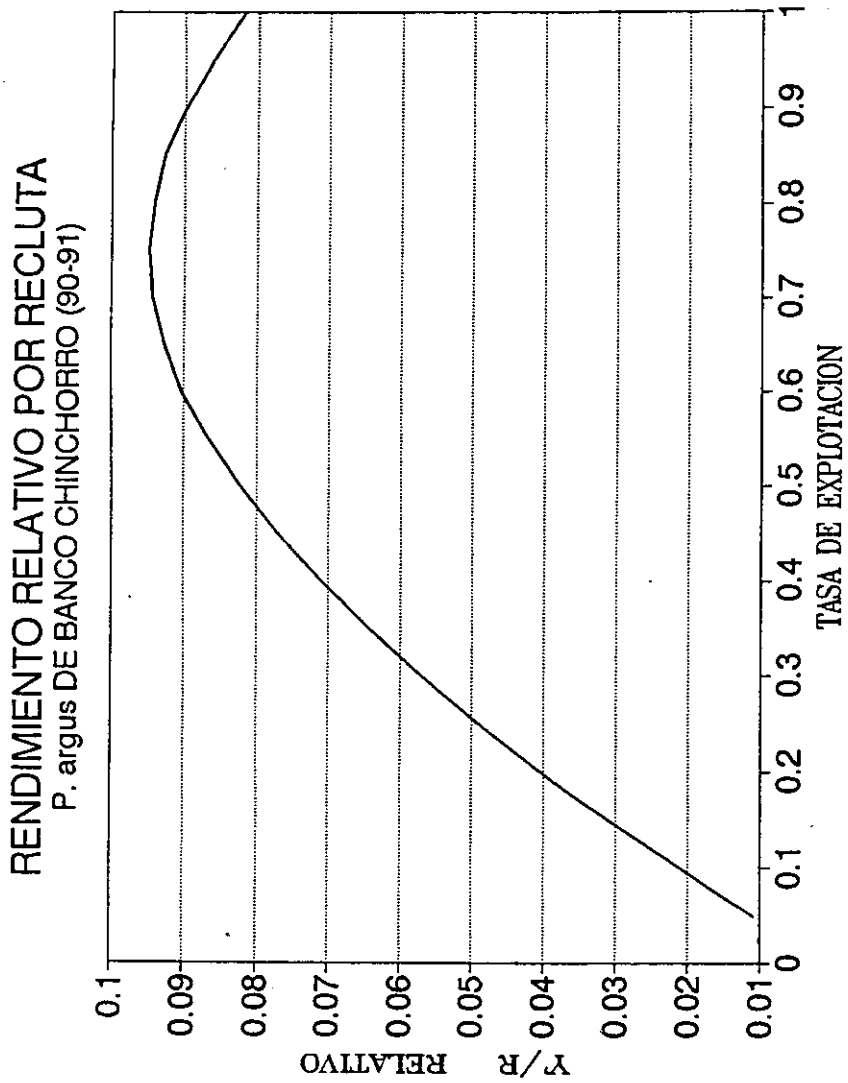


Figure 7. Rendimiento por recluta de la pesquería de *P. argus* en Banco Chinchorro, durante la temporada 1990-1991.

Los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos por el SLCA fueron empleados en los cálculos subsecuentes debido a que el valor de ajuste de su particular función de puntaje resultó más elevado (85%), que en el caso del ELEFAN (12%). Además, otro argumento a favor del SLCA es que usa mayor cantidad de información de la estructura de tallas y no sólo las modas (Basson *et al.*, 1988), que tienden a traslaparse en las langostas de mayor edad. El valor de $L_{inf}=321.3$ mm LA o 191 mm LC, se ubica en el rango reportado en localidades de áreas cercanas; como Belice y Jamaica (Munro, 1974). Son mayores que los de Bahía de la Ascensión, en la costa central de Quintana Roo (Cabrera-Pérez *et al.*, en prensa) y la plataforma SW de Cuba (Cruz *et al.*, 1981). En estas dos últimas localidades, en la pesca se emplean refugios artificiales colocados en aguas someras; y por ende, predominan tallas relativamente menores que en Chinchorro. En cuanto a los valores de K, los de Chinchorro son mayores que los de todas las localidades mencionadas anteriormente; cuyo rango va de 0.215 a 0.36 (Munro 1974; Cabrera-Pérez *et al.*, en prensa). Es obvio que no se puede profundizar en estas comparaciones, dado que los valores se han obtenido con métodos y suposiciones distintos; así como con diferentes tamaños de muestra y bajo diversas modalidades de explotación y selectividad.

Con respecto a la mortalidad total, con rango de 1.38 a 2.41, las diferencias entre métodos fueron notables ya que la diferencia entre la estimada por talla media (Beverton y Holt, 1956) y la curva de captura fué de 0.40; que equivale al valor de mortalidad natural (Tabla 2). Se ha señalado que los métodos de mínimos cuadrados son más robustos que los de máxima verosimilitud (Jensen, 1985); pero que ambos dependen fuertemente de la suposición de condiciones de equilibrio y de la precisión de la estimación de L_{inf} (Rosenberg y Beddington, 1988). Ante la falta de elementos para decidir razonadamente un solo valor de Z representativo, los cálculos posteriores de F y E, se hicieron para cada estimación de Z y con un criterio práctico de uso común, puede elegirse como representativo provisional el valor intermedio, $Z=2.01$, obtenido por la fórmula de Beverton y Holt (1956). Este es mayor que el rango de valores estimados por el mismo método, de 0.50 en áreas poco explotadas (APE) y de 1.52 en áreas de alta explotación (AAE) de Jamaica (Munro, 1974). Esto indicaría de modo aproximado, que en Chinchorro se registra un grado de explotación relativamente alto, de acuerdo a lo reportado para Jamaica.

Una consideración adicional debe hacerse respecto de la mortalidad total; en caso de ocurrir desplazamientos desde o hacia las áreas usuales de pesca, como parece indicar de modo indirecto el comportamiento de la cpue(hb), esto podría repercutir en las estimaciones de Z. Por lo tanto, los valores de Z están propensos a estimar o sobrestimar, según el balance final de las tendencias migratorias, los valores reales de Z. Sería apropiado establecer la magnitud y dirección de los eventuales desplazamientos estacionales.

La estimación de $M=0.40$ para Chinchorro se ubica en rango de 0.14 (AAE) a 0.52 (APE) obtenido con distinto método en Jamaica (Munro, 1974); pero es ligeramente inferior a 0.56, estimado con la misma técnica en la plataforma SW de Cuba (Cruz *et al.*, 1981). Este valor debe considerarse con reserva, dado que se obtuvo por una ecuación de regresión y por tanto tiene un margen de error, que debiera evaluarse posteriormente. Sin embargo, puede ser útil como primera aproximación de uno de los parámetros poblacionales más difíciles de evaluar (Shepherd, 1988).

El rango de la tasa media de explotación E obtenido para Banco Chinchorro, de 0.71 a 0.83, en términos porcentuales varió menos que los valores de Z (Tabla 2). Lo más importante es que tales valores estén en el rango de E que maximiza el rendimiento por recluta relativo a una tasa media de explotación, de acuerdo con la ecuación propuesta por Beverton y Holt (1964). Esto permite concluir, que de acuerdo con la información de tallas de la temporada 1990-91, la pesquería en Banco Chinchorro tiene una tasa media de explotación cercana a la del máximo rendimiento por recluta relativo (Y'/R). En consecuencia, no parece recomendable que se incremente el esfuerzo nominal: embarcaciones, pescadores o días de pesca) o el esfuerzo efectivo, por ejemplo con el uso generalizado de buceo SCUBA o compresora. Dado que la relación Y'/R predice que tales incrementos darían lugar a una disminución del rendimiento.

No obstante la evaluación sea de carácter preliminar, al menos permite prever las consecuencias probables de un eventual aumento de la tasa media de explotación E , vía un incremento en mortalidad por pesca F (proporcional al esfuerzo efectivo). En todo caso, la evaluación efectuada establece que debe reconsiderarse cualquier iniciativa que implique un aumento de esfuerzo de pesca. Antes debería analizarse la situación mediante herramientas elaboradas o con una base de datos más amplia que cubra varias temporadas.

LITERATURA CITADA

- Annala, J. H. 1979. Mortality estimates for the New Zealand rock lobster, *Jasus edwardsii*. *U.S. Fish. Bull.* 77(2):471-480.
- Basson, M., Rosenberg, A. A. y Beddington, J. R. 1988. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length frequency data, *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 44:277-285.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with especial references to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Réun. CIEM.* 140:67-83.
- Brey, T. y D. Pauly. 1986. Electronic length frequency analysis: a revised and expanded user's guide to ELEFAN 0, 1 and 2. *Ber. Inst. f. Meeresk. Univ. Kiel.* No. 149:76 pp.

- Cabrera Pérez, J. L., S. Salas Márquez y F. Arreguín Sánchez. 1994. Una aproximación preliminar para estimar migraciones: el caso de la langosta *Panulirus argus* de Yucatán, México. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 43: 263-274.
- César Dáchary, A. y S. M. Arnáiz Burne. 1986. Estudios socio-económicos preliminares de Quintana Roo. Sector pesquero. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. Puerto Morelos, Q. Roo. 280 pp.
- Chávez, E. A. y E. Hidalgo. 1984. Spatial structure of benthic communities of Banco Chinchorro, México. En: *Advances in Reef Science, Joint Meeting I.S.R.S. and Atl. Reef Comm.*, Univ. of Miami, Oct. 26-28, Abstract: 19-20.
- CIQRO, 1990. Peces y pesquerías del sur de Quintana Roo. Medio marino. En: Estudios de la Viabilidad Ecológica del Sur de Quintana Roo. Informe Final. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Chetumal, Quintana Roo, México.
- Cobá Cetina, L. 1990. Características poblacionales de la Langosta (*Panulirus argus* Latreille), capturadas en Bahía Ascensión Quintana Roo, al levante de la veda durante tres temporadas. Tesis Licenciatura. Universidad de Colima. Fac. Cienc. Mar. Manzanillo, Col. 65 pp.
- Cruz, R., R. Coyula y A. T. Ramírez. 1981. Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la Plataforma Suroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 6(4):98-199.
- Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. I.N.P. INP/SI:M 12: 95 pp.
- Gayanilo, F. C., Jr. M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the complete ELEFAN. *ICLARM. Contribution.* 435:65 pp.
- Jensen, A. L. 1985. Comparison of catch-curve methods for estimation of mortality. *Transactions of the American Fisheries Society.* 114:743-747.
- Jordán, E. & E. Martín. 1987. Chinchorro: Morphology and composition of a Caribbean atoll. *Atoll Res. Bull.* 310:1-32.
- Miller, D. 1982. México's Caribbean fishery: Recents change and current issues. PH. D. Thesis. University of Wisconsin.
- Munro, J. L. 1974. The biology, ecology and bionomics of spiny lobsters (Palinuridae), spider crabs (Majidae) and other crustacean resources. p. 206-222. En: *Caribbean Coral Reef Fisheries Resources.* J.L. Munro (ed.). *ICLARM Studies and Reviews* 7.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Expl. Mer.* 39(2):175-192.

- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators, in *ICLARM Studies and Reviews*, Vol. 8, 325 pp., International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila Philippines.
- Pauly, D. y Caddy, J. 1985. A modification of Bhattacharya's method for the analysis of mixtures of normal distributions. *FAO Fisheries Circ.*, 781, 16 pp.
- Pauly, D. y David, N. 1981. ELEFAN 1, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data, *Meeresforsch.* 28:205-11.
- Rosenberg, A. A. y J. R. Beddington. 1988. Length-based methods of fish stock assessment. En: *Fish Population Dynamics* (Second Edition). J.A. Gulland (ed.) John Wiley & Sons Ltd. 83-103.
- Shepherd, J. G. 1987. A weakly parametric method for the analysis of length composition data. En: *The Theory and Application of Length-Based Methods of Stock Assessment*. Pauly, D. y Morgan, G. P. (eds.). ICLARM Conference Series, Manila.
- Shepherd, J. G. 1988. Fish stock assessments and their data requirements. p. 35-62. En: *Fish Population Dynamics*. J. A. Gulland (ed.). John Wiley & Sons Ltd.