

Análisis de la pesquería de Boquinete, *Lachnolaimus maximus*, en la Isla de Holbox, Quintana Roo, México

SÁNCHEZ AKÉ OSWALDO ENRIQUE y MEDINA QUEJ ALEJANDRO
*Instituto Tecnológico de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330. Col. David Gustavo Gutiérrez R.
Chetumal, Quintana Roo, México*

RESUMEN

La pesquería artesanal en Quintana Roo, México esta dirigida a especies de importancia comercial como la langosta espinosa, el caracol rosado y camarones. Sin embargo hay una pesquería muy significativa de algunas especies del grupo considerado como escama. Una de estas especies es el boquinete *Lachnolaimus maximus* cuya explotación constituye uno de los principales soportes de la pesquería artesanal, dirigida a peces demersales de la isla de Holbox, Quintana Roo. Para conocer su pesquería se analizaron 2,893 datos de longitudes (longitud furcal) provenientes de la captura comercial, realizadas durante el período septiembre-noviembre del 2002, agosto-diciembre del 2003 y enero-febrero del 2004. Se encontró que las tallas se ubicaron entre los 300 a los 360 mm Lf y la talla más capturada fue de 330 mm Lf, se realizó una prueba de anova para saber si las tallas de captura eran iguales entre los meses de trabajo y se encontró que variaron significativamente ($F=29.83$; $P<0.05$). Los parámetros de crecimiento fueron obtenidos por medio del programa de shepherd's (1987) $l_t = 650(1 - \exp(-0.30(t-t_0)))$, se obtuvo una mortalidad total ($Z=2.44$), una mortalidad natural ($M = 0.65$ año⁻¹), la mortalidad por pesca ($F = 1.79$), y una tasa de explotación ($E = 0.73$). Este trabajo es el primero que se realiza para esta especie en esta zona de gran importancia pesquera, por lo tanto estaremos dando una información base de su dinámica poblacional, y servirá para que en futuros trabajos se establezcan planes de manejo sustentable de la especie en estudio.

PALABRAS CLAVES: *Lachnolaimus maximus*, pesquería, Sobreexplotación, Quintana Roo.

Analysis of The Fishery Of Boquinete *Lachnolaimus Maximus*, In Holbox, Quintana Roo, Mexico

Handicraft fishery in Quintana Roo, Mexico is aimed to species of commercial value such as thorny lobster, pink snail and shrimps. Nevertheless there is a very significant fishery of some species of the grudge group. One of these species is boquinete, *Lachnolaimus maximus* whose exploitation constitutes one of the main supports of handicraft fishery, directed to demersal fish, in Holbox Island, Quintana Roo. In order to know its fishery, 2,893 length data (furcal length) coming from commercial capture were analyzed, those were performed during September-November, 2002, August-December, 2003 and January-February, 2004. It was found that sizes were located between 300 to 360 mm LF and the most captured size was of 330 mm LF, an anova test was performed to know if the captured sizes were equal among the trial months and the study showed that there were significant variations ($F=29.83$; $P<0.05$). The growth parameters were obtained by means of shepherd's programme (1987) $l_t = 650(1 - \exp(-0.30(t-t_0)))$, the total mortality obtained was ($Z=2.44$), a natural mortality ($M = 0.65$ year⁻¹), mortality by fishing ($F = 1.79$), and an exploitation rate of ($E = 0.73$). This study is the first made for this species in this greatly important fishery zone, therefore we will be providing base information of its population dynamics, and it will be useful so that in future works sustainable handling of the studied species can be established.

KEY WORDS: *Lachnolaimus maximus*, fishery, over exploitation, Quintana Roo.

INTRODUCCION

La República Mexicana posee 11,592 kilómetros de costas, de los cuales 8,475 corresponden al litoral del Pacífico y 3,117 al del golfo de México y mar Caribe, incluyendo sus islas. El litoral mexicano se encuentra dividido en tres porciones: a) el Océano Pacífico que incluye el Golfo de California y el Istmo de Tehuantepec, b) el Golfo de México y c) el Mar Caribe, exclusivo del estado de Quintana Roo (Herrera y Rueda 2003). En general, en el estado de Quintana Roo, los estudios están relacionados con especies de importancia económica; como el caso de la langosta, el caracol, el pulpo y algunas especies de escama: que debido a la importancia del recurso, su evaluación es fundamental. Una especie de gran interés comercial es el boquinete *Lachnolaimus maximus*. Esta especie es la de mayor tamaño en la familia, llegando a alcanzar hasta los 91 cm de longitud, son nómadas y su coloración constituye un elemento

fundamental de su conducta defensiva. En esta especie la coloración del cuerpo y la distribución de las franjas y manchas, varía de acuerdo con el paisaje del fondo marino donde se encuentre (Claro *et al.* 1989).

La información acerca de la pesquería del boquinete, es escasa; a pesar de ser un organismo que contribuye en gran número con los volúmenes de captura para la zona norte de Quintana Roo, no existen estudios de ningún tipo de análisis a su pesquería. Por tal motivo justifica el interés de trabajar con un recurso que es de los 10 más importantes de escama, como es el caso del boquinete. El interés de esta investigación radica principalmente en conocer el estado actual de la pesquería del boquinete *Lachnolaimus maximus*, en Holbox Q. Roo, debido a la importancia comercial que ha ido tomando en estos últimos años y a la falta de investigación hacia este recurso en la península de Yucatán.

El presente trabajo tuvo el principal interés de conocer

las características biológicas de la especie: las principales tallas y pesos que son capturados en esta zona, los parámetros de crecimiento y mortalidad para la especie. La información obtenida en este trabajo, servirá como base para proponer medidas de regulación para este recurso pesquero. Con una buena regularización pesquera del recurso, ayudara a que esta especie, sea sustentable a las generaciones futuras de la zona norte del estado de Quintana Roo.

En el estado de Quintana Roo, no se cuenta con estudios científicos acerca del volumen de los recursos pesqueros en especial de escama y los posibles niveles de explotación. Se han enfocado principalmente hacia especies de importancia económica, como la langosta *Panulirus argus*, el pulpo *Octopus maya*, el caracol *Strombus gigas* y algunas especies de escama, entre las que destacan los pargos (Lutjanidae). Para la zona norte del Estado, una de las especies que contribuye con grandes volúmenes de captura y genera divisas económicas es el boquinete *Lachnolaimus maximus*. A pesar de esto, los estudios enfocados hacia el análisis de su pesquería no existen. Con este trabajo se determino:

- i) La distribución de frecuencias de longitud, mediante las principales tallas capturadas en la pesquería del boquinete *Lachnolaimus maximus*, en la isla de Holbox.
- ii) La relación entre la longitud y el peso.
- iii) Los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K y t_0).
- iv) La mortalidad (Z, M y F) y la tasa de explotación (E).

AREA DE ESTUDIO

La Isla Holbox pertenece al municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Se encuentra ubicada al norte del estado de Quintana Roo, a 12 Km. del Puerto de Chiquilá y de Cancún a 160 km al Noroeste, en las coordenadas 21° 31' Latitud Norte y 87° 23' Longitud Oeste y tiene una extensión a lo largo de 43 km (Figura 1). Es la mayor cadena de islas bajas y angostas, entre boca de Jojón y Boca Conil, que dan acceso a la Laguna de Yalahau (Escobar, 1986).

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron 10 muestreos en Isla Holbox, Quintana Roo durante los meses de septiembre-noviembre del 2002, agosto-diciembre del 2003 y enero- febrero del 2004. Los datos para el trabajo fueron obtenidos de la pesca artesanal (especie capturada con arpón) que se realiza en esta comunidad, en los centros de recepción (barcos nodrizas) de cada cooperativa pesquera que se encuentran en la isla. Los datos merísticos que se emplearon para esta investigación, se obtuvieron con un Ictiómetro de madera, se realizó la medición, de la longitud furcal del pez en cm y con una balanza de tipo comercial, se obtuvo el peso eviscerado en gr. De cada lancha se colectaba todo el producto de una java o canasta y se esperaba que llegara otra para seguir

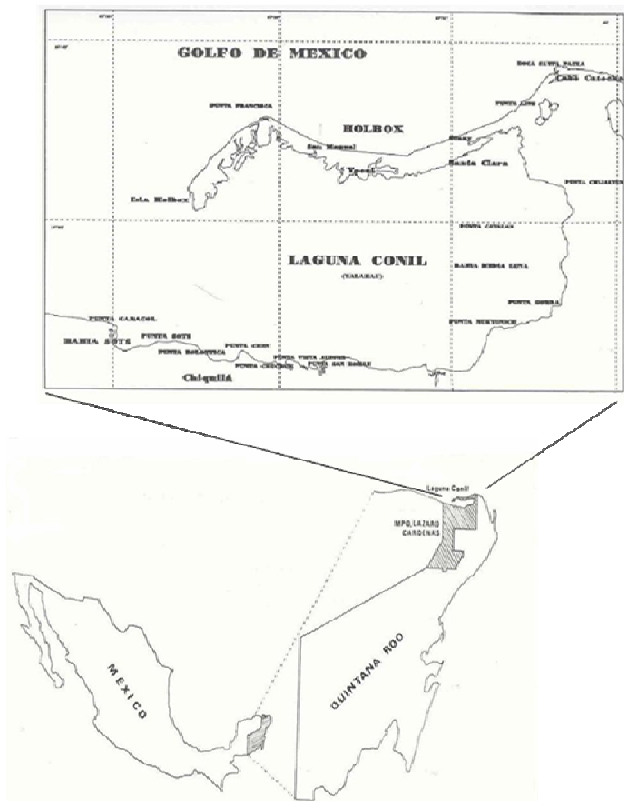


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Isla de Holbox, Quintana Roo, México.

con el procedimiento de muestreo.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LONGITUD

Los datos fueron agrupados en intervalos de 1 cm, con el fin de obtener una mejor representación de la distribución de frecuencias de longitud total y para cada mes.

PARAMETROS DE CRECIMIENTO

Dentro del programa FISAT II (Gayanilo, *et al.*, 2001), el cual supone un crecimiento individual descrito por el modelo de Von Bertalanffy (1938), se creó la base de datos, con la frecuencia de longitud para los 10 meses de muestreo. Se emplearon los métodos no paramétricos de ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) y Shepherd 1987 (SLCA. Shepherd's Length Composition Analysis).

ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) extrae parámetros de crecimiento de una(s) muestra(s) de frecuencia de longitudes, los parámetros estimados son L_{∞} , k, C, WP. Identifica picos y huecos en las distribuciones de frecuencia de tallas y ajusta la curva de crecimiento que pasa por el máximo número de picos, no suponiendo normalidad en dichas distribuciones. Un índice de bondad de ajuste denominado R_n es usado para evaluar la función obtenida (Gayanilo *et al.* 1994). El método de Shepherd (SLCA. Shepherd's Length Composi-

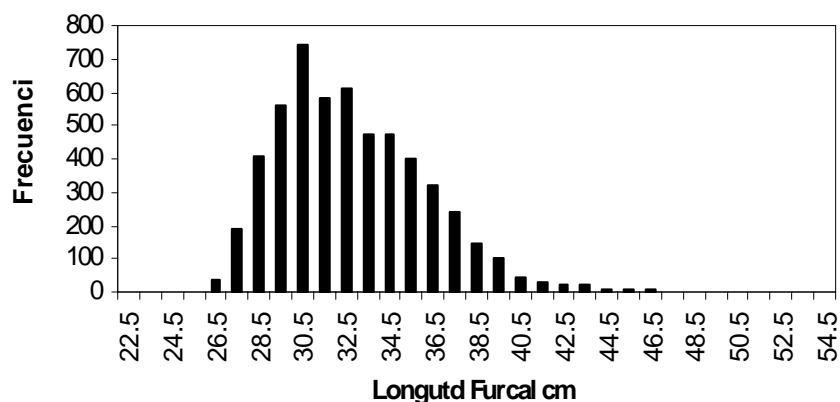


Figura 2. Distribución de frecuencias de longitud para el boquinete *Lachnolaimus maximus*, en Holbox Q. Roo, México. En la época de estudio.

tion Analysis): Utiliza toda la información contenida en la distribución de frecuencias. SLCA esta basado en el ajuste de una función coseno independiente del número y posición de las modas potenciales de la muestra. Dicho programa propone un coeficiente de correlación entre la curva teórica y la observada por medio de una función de prueba que si es positiva y grande se considera como evidencia a favor a los parámetros elegidos y si es negativa como evidencia en contra. La fórmula de la función esta dada por la ecuación:

$$S = \sum_i \sum_j T(I, i) N^{0.5}(I, i)$$

donde (I) son los grupos de longitudes, (i) son las distribuciones disponibles y (n) las frecuencias observadas.

Para obtener t_0 (el parámetro de ajuste), se utilizo la ecuación de Pauly (1983), introduciendo los valores de k y Loo, obtenidos por el método de Shepherd. La ecuación es la siguiente:

$$\text{Log}(t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}(Loo) - 1.038 \text{Log}(k)$$

DESCRIPCION DEL CRECIMIENTO

La distribución de frecuencias de longitud, se requirió para describir el crecimiento que presenta la especie, para esto se utilizó el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (1938).

MORTALIDAD TOTAL

Se obtuvo el valor de la mortalidad total (Z), por medio de tres métodos diferentes; el primer método empleado para estimar este valor fue el de la Curva de Captura: este método requiere muestras de frecuencias de longitud con intervalo constante. Además requiere los valores de Loo, k y t_0 . Convierte los datos de longitud en edad, usando la ecuación inversa de Von Bertalanffy. La ecuación para la curva de captura (Sparre y Venema,

1992):

$$\ln(N_i) = a + bt_i$$

Donde: (N) es el número de organismos en la clase de talla i, (t_i) es la edad relativa acumulada cuando $t_0 = 0$ correspondiente al valor medio de la clase i y (b) con signo contrario es un estimado de la mortalidad total (Z).

El segundo método empleado, fue el modelo de Hoening (1983), el cual propone dos modelos diferentes: el primer modelo se encuentra en las funciones propuestas por FISAT II:

$$\text{Modelo I: } \ln(Z) = 1.44 - 0.984(t_{\max})$$

Este modelo solo requiere la edad máxima, que ha sido observada en el organismo (t_{\max}).

El segundo modelo se ajusta al tamaño de la muestra, esta supone que mientras más grande sea la muestra de datos, más probabilidades hay de encontrar la edad máxima del pez y por lo tanto obtener su mortalidad. Esta formula requiere los valores para t_{\max} , t_c y N:

$$\text{Modelo II: } Z = 1 / c1 (t_{\max} - t_c)$$

Donde: (c1) numero de organismos, (t_{\max}) edad máxima del pez en años, (t_c) talla de primera captura.

El tercer método empleado para calcular (Z), fue el de Beverton y Holt (1956), este utiliza datos de tamaño promedio (longitud o peso) en la captura, proponiendo la siguiente ecuación:

$$Z = k * (Loo - L_{\text{mean}}) / (L_{\text{mean}} - L^1)$$

Donde: (L_{mean}) es la longitud promedio de todos los peces L^1 y mayores, (L^1) es la longitud mas pequeña representada en la distribución de frecuencias de longitud.

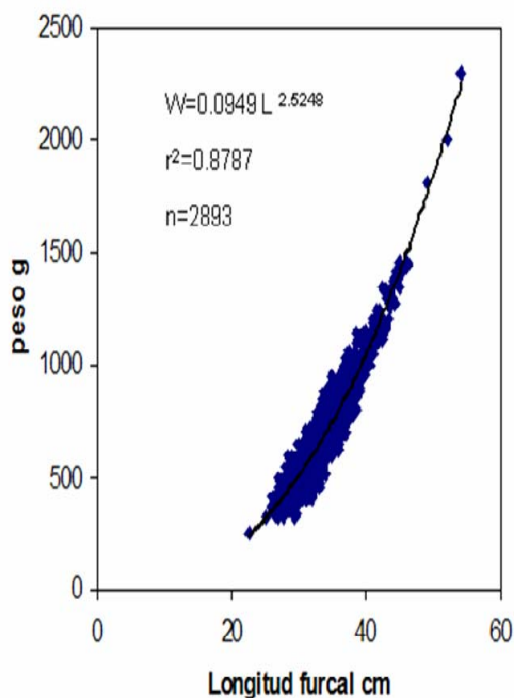


Figura 3. Relación entre la longitud y el peso del boquinete, en Holbox, Quintana Roo.

MORTALIDAD NATURAL

El método utilizado para calcular la mortalidad natural, fue por medio de la ecuación propuesta por Pauly (1980). Para la aplicación de este método se determina una ecuación de regresión múltiple entre los parámetros de crecimiento, los factores ambientales y la mortalidad natural, proponiendo la siguiente fórmula:

$$\ln(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty}) + 0.6543 \log(K) + 0.4634 \log(T)$$

Donde: (L_{∞}) longitud máxima del pez, (k) constante de crecimiento, (T) temperatura promedio anual del mar.

Esta expresión indica, que si los peces son pequeños el valor de M aumenta, y si los peces crecen rápido M es alto y si el ambiente es más cálido M también se incrementa. La temperatura ambiente utilizada, fue la temperatura media del mar en la zona norte 27 °C (Marin-Guardado 1995).

MORTALIDAD POR PESCA

La mortalidad por pesca (F), se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$F = Z - M$$

Donde: (Z) es la mortalidad total y (M) es la mortalidad natural

RESULTADOS

ANÁLISIS DE LAS CAPTURAS

Con el fin de conocer como se encuentra la pesquería de boquinete *Lachnolaimus maximus*, se trabajó durante la temporada de explotación del año 2002, 2003 y parte del 2004, generando una muestra de 2,893 datos. Cabe señalar que debido a las condiciones climatológicas de cada mes, se encontraron variaciones en el número de organismos analizados. Cabe mencionar que para el mes de febrero del 2004, sólo se midieron las longitudes de los organismos, ya que éstas serían utilizadas posteriormente, para el cálculo de parámetros de crecimiento. Con el fin de mostrar un panorama general de la talla media (\bar{X}), desviación estándar (STD), talla máxima (Máx.) talla mínima (Min.) y el número de muestra (n), para cada mes, estos valores se muestran en la tabla 1.

Con el fin de observar las tallas que son susceptibles a ser capturadas en la zona, se realizó la distribución de frecuencias, con intervalo de 1 cm Lf. En el total de las muestras se observa la formación de un grupo modal principal, en el cual se enfoca el esfuerzo pesquero que se ejerce a esta especie, se observa entre los 28.5 y 38 cm Lf (Figura 2). La relación existente entre la longitud y el peso de los organismos se muestra en la figura 3. Se observa que la curva que mejor se ajusta es de tipo potencial, con un valor de $r^2 = .8787$. El valor de la pendiente de la relación potencial es de $b = 2.5249$. Para conocer el tipo de crecimiento que presenta la especie, se realizó una prueba estadística t student, entre dos variables, con el fin de conocer si hay un crecimiento homogéneo (crecimiento isométrico) o un crecimiento desigual (crecimiento alométrico). El valor de t_s de la ecuación de Pauly (1984) fue superior a 3 ($t_s = 26.86$), comprobando que el tipo de crecimiento del boquinete es alométrico.

PARAMETROS DE CRECIMIENTO

La estimación de los parámetros de crecimiento, se realizó mediante dos métodos indirectos, el modelo de ELEFAN I y el modelo no paramétrico de Shepherd del programa FISAT II. Se obtuvieron para *Lachnolaimus maximus*, la longitud máxima (L_{∞}) y la tasa de crecimiento (k). Los resultados se presentan en la Tabla 2. Estos parámetros indican que es un organismo con un crecimiento lento que puede alcanzar longitudes grandes. Los parámetros de crecimiento que representan mejor el crecimiento de esta especie, son los obtenidos por medio del método de Shepherd, ya que obtuvo un índice de bondad de ajuste R_n con valor de 1.000, y por medio del método de ELEFAN I el R_n obtenido fue de 0.227.

Una vez obtenidos los parámetros de crecimiento, se calculó la talla de los peces a cualquier edad; esto se realizó mediante la ecuación de Von Bertalanffy (1938), la cual generó una curva de crecimiento, presentada en la Figura 4. En esta figura se observa, como crecen los organismos, respecto a los valores de la constante de

Tabla 1. Se esquematiza las tallas medias, desviación estándar, máximos y mínimos, encontrados en la pesquería de boquinete *Lachnolaimus maximus*, en Holbox, Q. Roo

	Sep-02		Oct-02		Ago-03		Sep-03		Oct-03		Nov-03		Dic-03		Ene-04		Feb-04		Total		
	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	Lf cm	Peso Kg	
MEDIA	33.6	.712	32.9	0.691	31.2	0.562	34.2	0.642	33.0	0.649	33.5	0.632	33.2	0.689	32.2	0.557	33.9	33.130	0.642		
STD	3.80	.204	3.48	0.194	3.01	0.145	3.28	0.189	3.19	0.192	2.82	0.151	2.79	0.159	2.41	0.119	2.77	3.060	0.169		
MAX	46	1.455	42.5	1.350	43	1.176	54.1	2.300	44	1.380	45	1.460	48	1.810	37	0.900	42	54.1	2.300		
MIN	26.2	.350	26.0	0.340	26.5	0.350	22.5	0.250	26.0	0.320	28.0	0.360	27.2	0.410	26.5	0.330	26.0	22.50	0.250		
ORG.	427		445		184		907		301		152		254		41		182	2893			

crecimiento (k), longitud máxima (L_{∞}) y la edad del pez a la longitud cero (t_0), obtenidos por el método de Shepherd. Estos organismos aproximadamente a los 10 años aparentemente dejan de crecer en longitud, pero aun continúan ganando peso. Se realizó la Tabla 5, para comparar, las tallas de cada grupo de edad obtenidas en este trabajo con lo reportado por otras investigaciones en diferentes zonas.

MORTALIDAD

Para estimar el coeficiente de mortalidad total (Z), se emplearon tres métodos diferentes, con el fin de ver cual se ajusta mejor a este trabajo: el primer método empleado fue el de la Curva de Captura. El valor de $Z = 2.45$, calculado como la pendiente de la recta que forman los puntos de las edades de 2 a 6 años, observándose que la edad de reclutamiento total es de 2 años (Figura 5).

El segundo método empleado para estimar el coeficiente de mortalidad total (Z), fue por medio de la fórmula de Hoening (1983) ($Z = .356$), para este método se utiliza la edad de la primera captura (edad en la que los organismos ingresan a la pesquería). Partiendo de la frecuencia de tallas se obtuvo la curva de selectividad (Figura 6), donde la primera talla de captura (l_c) se localizo en el punto de inflexión de la curva con una talla de 32 cm Lf, que corresponde a una edad de reclutamiento (t_r) de 2 años (edad a la que los individuos se han reclutado por completo a la pesquería), se realizó un corte al 50% de los organismos capturados. El tercer método empleado fue el modelo de Beverton y Holt (1956). Este solo considera las constantes de crecimiento k y L_{∞} y la talla promedio de captura de todo el muestreo (33.13 cm Lf) $Z = .888$. Los resultados de los métodos antes mencionados se muestran en la tabla 4. Utilizando el valor de $Z = 2.44$ estimado por medio de la curva de captura, en este estudio.

Para estimar el coeficiente de mortalidad natural (M), se utilizó la fórmula propuesta por Pauly (1980), la cual es una ecuación de regresión múltiple, entre los parámetros de crecimiento y los factores ambientales. Tomando la temperatura del ambiente donde vive el organismo ($T = 27^{\circ}\text{C}$) (Marin-Guardado 1995). Los resultados de la mortalidad natural se muestran en la Tabla 3. La mortalidad por pesca se determinó, por la diferencia de la tasa de mortali-

dad total y natural, dando como resultado una $F = 1.79$, esto con la mortalidad total de la Curva de Captura. Notándose mayor mortalidad por pesca que por factores naturales. Para exponer las consecuencias que tienen la actividad pesquera sobre esta especie, se estimó la tasa de explotación (E), la cual se obtuvo de la división de la mortalidad por pesca entre la mortalidad total, obteniendo una $E = 0.73$, esto nos indica una nivel de sobre-explotación del recurso, señalando que el nivel óptimo de producción biológica es cuando $E = 0.5$ (Tresierra-Aguilar, *et al.* 1995).

En la Tabla 4 se muestran los valores de las tasas de mortalidad fueron estimadas con los datos del presente trabajo y los valores obtenidos por otras investigaciones. Los valores, muestran una elevada tasa de mortalidad por pesca, indicando que estos últimos años, en el área de Holbox, la actividad pesquera ha tenido fuerte impacto sobre esta especie en particular, también se observa un valor elevado en la tasa instantánea de explotación (E), la cual indica un panorama de sobre-explotación de este recurso. En Florida (E.U) y la zona norte del estado de Quintana Roo, la actividad pesquera, afecta el desarrollo de este recurso, lo cual se puede notar en la talla máxima que puede alcanzar esta especie en diferentes sitios; (43.49 cm Lf) en Florida (McBride, 2001), y (62.50 cm Lf) en Holbox. En Florida este recurso se encuentra sobre explotado.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento del boquinete *Lachnolaimus maximus*, en Holbox Q. Roo, México. Obtenidos por medio de métodos indirectos.

	METODO EMPLEADO	
	ELEFAN Lf cm	SheperdLf cm
Loo	71.26	62.50
K	.30	.30
t_0	-0.464	-0.464

DISCUSIONES

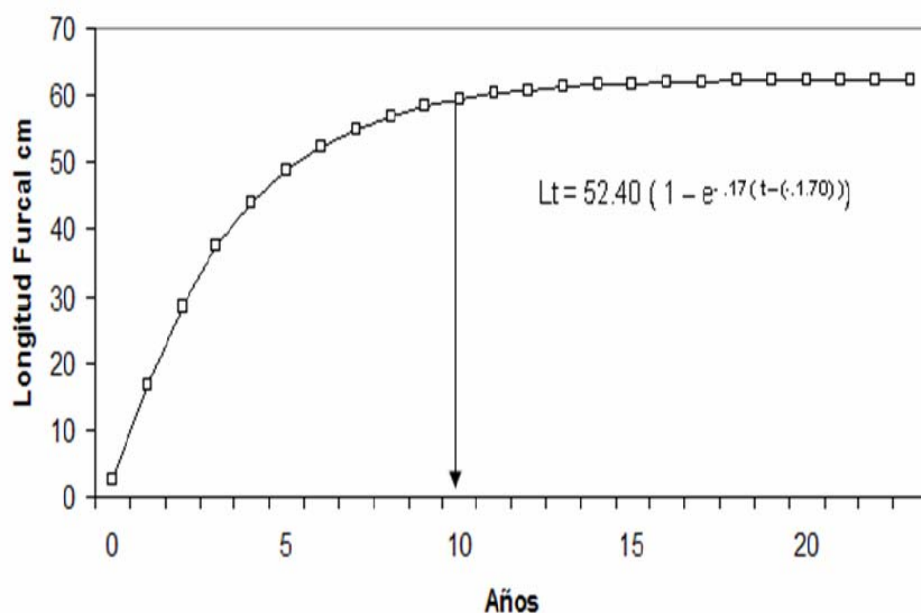
Los muestreos realizados en la parte norte del estado de Quintana Roo, en la Isla de Holbox, permitieron conocer las tallas y pesos del boquinete, que son captura-

Tabla 3. Mortalidad total (Z), obtenida por diferentes métodos, Mortalidad natural (M) y Mortalidad por pesca (F), para el boquinete *Lachnolaimus maximus*, en Holbox Q. Roo, México

	Mortalidad Total	Mortalidad Natural Pauly (1980)	Mortalidad por Pesca
Modelo	Z	M	F = Z- M
Curva de Captura	2.44	0.65	1.79
Hoening (1983)	0.356	0.65	0.314
Beverton y Holt (1956)	0.888	0.65	0.218

Tabla 4. Tasas de mortalidad y explotación, para el boquinete *Lachnolaimus maximus*, para Holbox Q. Roo, México y Florida E. U.

Autor	Mortalidad total (Z)	Mortalidad natural (M)	Mortalidad por pesca (F)	Tasa de explotación (E)
Ault, <i>et al.</i> , 2003	0.6960	0.13025	0.5658	0.81
Este trabajo	2.44	0.65	1.79	0.73

**Figura 4.** Curva de crecimiento para el boquinete *Lachnolaimus maximus*, de la pesquería artesanal en Holbox, Q. Roo

dos en la zona, lo que se hace prescindible, ya que es una de las 10 especies de escama más importantes para la zona. Por tal motivo y debido a la importancia de la pesquería del boquinete *Lachnolaimus maximus*, para el estado de Quintana Roo, fue importante estimar sus parámetros poblacionales, los cuales facilitarían el entendimiento de la dinámica poblacional de esta especie. *Lachnolaimus maximus* es una de las especies de escama que aporta importantes divisas a la zona norte del estado de Quintana

Roo. En Florida E. U., es componente económicamente importante del complejo pargo-mero (Ault, *et al.* 2003). Las tallas de captura durante los muestreos mostraron variación significativa entre los meses ($F = 29.83$; $p < 0.05$); al igual que los volúmenes de captura. Estas diferencias pueden estar determinadas por las condiciones climatológicas (frentes fríos, nortes), que pueden impedir la captura de este recurso.

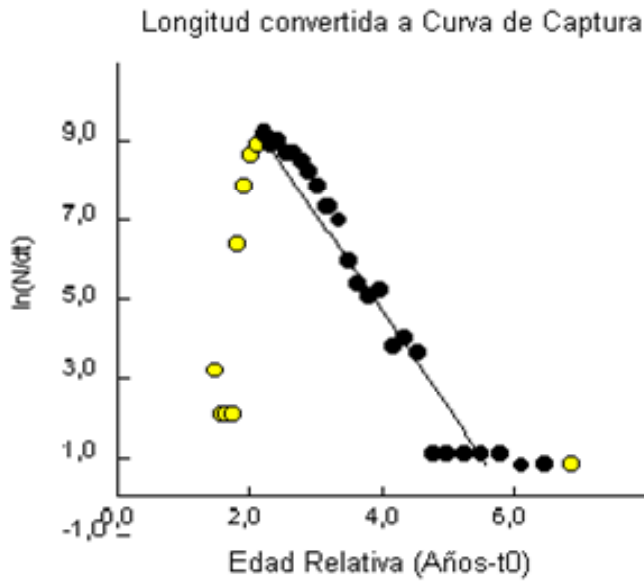


Figura 5. Curva de Captura para el boquinete *L. maximus*, de la pesquería artesanal en Holbox, Q. Roo

Tallas y pesos de captura - La distribución de tallas de los boquinetes capturados (n=2,893), presentó un rango de 32 cm de diferencia, entre la talla mas pequeña (22 cm Lf) y la talla más grande obtenida (54 cm Lf). La distribución de tallas mostró que la pesquería de esta especie esta dirigida hacia longitudes que van de los 30 a los 36 cm Lf. La talla más capturada fue de 30.5 cm Lf. La distribución de pesos mostró que se capturan organismos que van de los 425 a 1,025 g. Organismos de 0.475 g fueron los mas capturados, solo se capturó un organismo de 2,275 g en Holbox. Ault, *et al.* (2003), reporta un organismo de 9,314

g para Florida. Siendo de 10, 000 g el mayor peso reportado por Robins y Ray en Cuba (1986). La captura de organismos de mayor peso en la Isla de Holbox, será complicada, ya que en los meses de estudio solo se capturó un organismo de 2,300 g. Boquinetes de mayor peso, podrían ser capturados mas alejados de la costa.

Los organismos capturados en esta zona están por encima de los 30 cm Lf. Por lo que podemos señalar que la pesca esta incidiendo sobre parte de la población que se encuentra apta para reproducirse, principalmente se están capturando organismos adultos de 2 años en adelante, según las estimaciones de clases de edad reportadas por (McBride, *et al.* 2001, y Claro *et al.* 1989), donde reporta que estos organismos se encuentran maduros a partir de los 16 cm. En la Isla de Holbox, el boquinete es capturado entre los meses de julio a febrero, durante la época de captura de la langosta espinosa *Panulirus argus*. Davis (1976), reporta que esta especie se encuentra desovando con mayor intensidad en los meses de febrero y marzo. En el mes de febrero da inicio la época de veda de la langosta espinosa, esto permite que organismos maduros del boquinete, puedan desovar en el mes de marzo, permitiendo en el futuro el reclutamiento de nuevos individuos a la población.

Tipo de crecimiento — Al realizar la relación entre la longitud y el peso por medio de la ecuación $W = a L^b$, el valor de la pendiente es $b = 2.5248$, la que indica que esta especie presenta un tipo de crecimiento alométrico, sin embargo, por medio de la formula de Pauly (1984) se obtuvo el valor de $t_s = 26.81$, lo cual confirma que el crecimiento de la especie es de tipo alométrico. Aunque las primeras etapas de su desarrollo existe un crecimiento

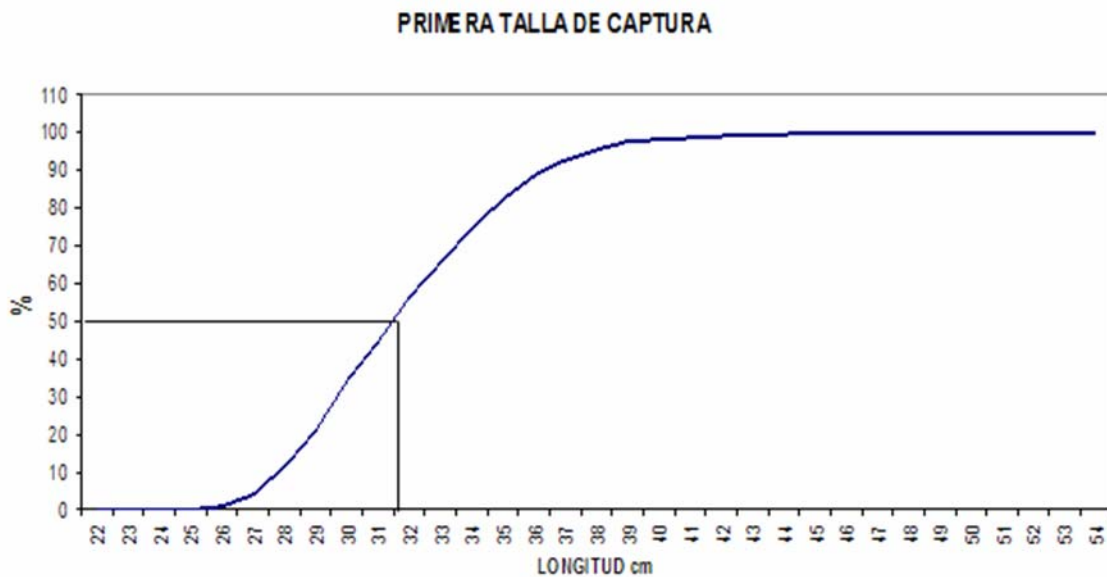


Figura 6. Curva de selectividad del boquinete *Lachnolaimus maximus*, en Holbox Q. Roo,

Tabla 5. Comparación de la edad y crecimiento obtenidos por medio de la ecuación de Von Bertalanffy para el boquinate *Lachnolaimus maximus*, en diferentes localidades; Golfo de México, Florida E. U, Cuba y Holbox Q. Roo.

Método	McBride (2001)		Claro, <i>et al.</i> , 1989	Este Trabajo
	Golfo de México	Florida	Cuba	Holbox
	Von Bertalanffy	Von Bertalanffy	Von Bertalanffy	Von Bertalanffy
Age (yr)	FL (mm)	FL (mm)	FL (mm)	FL (mm)
0	120.6	94	107.5	25
1	181.3	167.7	176.8	167
2	237.4	225.6	239.7	285.7
3	289.2	271.1	296.6	375.9
4	337	306.8	348.3	438.8
5	381.1	334.9	395.1	487
6	421.9	356.7	437.6	522.8
7	459.5	374.3	476.1	549.3
8	494.3	387.9	511	568.9
9	526.4	398.6	542.6	583.4
10	556	407.1	571.3	594.2
11	583.3	413.7	597.4	602.2
12	608.6	418.9	620.9	608.1
13	631.9	422.9	642.3	612.4
14	653.4	426.2	661.7	615.7
15	673.3	428.7	679.3	618.1
16	691.6	430.7	695.2	620
17	708.6	432.2	709.7	621.2
18	724.2	433.4	722.8	622.2
19	738.7	434.4	734.6	622.9
20	752	435.2	745.4	623.8
21	764.3	435.7	755.2	623.9
22	775.7	436.2	764	624.1
23	786.2	436.6	772.1	624.3

isométrico debido a que existe mayor relación entre la longitud y el peso, en alguna etapa de su vida gana más peso que longitud, da inicio el crecimiento alométrico; esta misma tendencia se ha reportado por McBride (2001), que reporta, un valor de $b = 2.9095$, para esta especie en Florida. La relación longitud: peso puede variar de acuerdo al sexo, a la madurez sexual, a la ingestión de alimentos (Bagenal y Tesh 1978). Le Cren (1951) establece que el valor de b sufre variaciones dependiendo de la época y del sistema de muestreo utilizado.

Parámetros de crecimiento — La obtención de los parámetros de crecimiento de una población, se hace de suma importancia ya que por medio de estos, se facilita el entendimiento de la dinámica poblacional que presenta una población. Al ser calculados los parámetros de crecimiento (k) y (L_{∞}), por medio de los métodos de Shepherd (1987) y ELEFAN I (Pauly y Davis 1981), el valor del índice de bondad obtenido por el método de Sheperd (1987), $Rn=1.000$, mostró mejor ajuste en la estimación de los parámetros de crecimiento. El índice de bondad de ajuste

denominado Rn es usado para evaluar la función obtenida. Estos parámetros indican que el crecimiento de esta especie es lento y puede alcanzar una longitud considerable (Gayaniilo *et al.* 1994).

Los cálculos de L_{∞} van desde 43.49 cm Lf para Florida E. U (Mc Bride, 2001), de 85.00 cm Lf, en el Golfo de Batano Cuba (Claro, *et al.* 1989), de 91.10 cm Lf, para Cuba (Robins y Ray 1986). En el Golfo de México, McBride, *et al.*, (2001) reportó 91.25 cm Lf, en la zona de estudio 62.5 cm Lf. El valor de la tasa de crecimiento (k) obtenido, es alto con respecto a las otras investigaciones. McBride (2001) reportó una $k = 0.079$ en el Golfo de México; Robins y Ray (1986) una $k = 0.090$ en Cuba; Claro, *et al.*, (1989) obtuvieron una $k = 0.098$ en el Golfo de Batano, Cuba; McBride *et al.* (2001) una $k = 0.24$; la tasa de crecimiento estimada en este estudio fue de $k = 0.30$.

Weatherley (1972), señala que los parámetros de crecimiento difieren, por supuesto, de una especie a otra, pero también pueden variar de una población a otra dentro de una misma especie, es decir; los parámetros de creci-

miento de una especie particular pueden tener valores diferentes en distintas partes de su recorrido.

El valor de t_0 , obtenido por medio de la ecuación de Pauly (1980), es adecuado, ya que esta se aplica con especies cuya fecundación se lleva a cabo de manera externa y donde la valoración comienza desde la formación del cigoto. La descripción del crecimiento se realizó mediante la ecuación de Von Bertalanffy, la cual cumple con tres requerimientos básicos:

- i) Con ella se pueden calcular las longitudes y los pesos en cualquier tiempo dado,
- ii) Permite obtener valores de longitudes y pesos que están acorde con los valores observados, y
- iii) Que es posible incorporar la ecuación a fórmulas que estiman el rendimiento (Beverton y Holt, 1957).

Al incorporar el valor t_0 , a la ecuación, nos da un panorama real y similar a la descripción del crecimiento reportado en otros trabajos (Anexo 2, Figura 3).

La mortalidad natural (M) — Estimada por medio de la ecuación de Pauly (1980), $M = 0.65$, este valor es considerado apropiado, ya que a esta ecuación se le incorporan los parámetros de crecimiento, k , L_∞ y el valor de la temperatura promedio anual donde habita el recurso. Pauly (1983) menciona que la mortalidad natural, esta asociada al tamaño del pez, de tal forma un pez que alcanza un mayor tamaño, presenta una mortalidad natural menor.

El modelo de Hoening (1983), aplicado para estimar la mortalidad total, a pesar de utilizar el número total de los organismos capturados, da un valor más bajo que el de la mortalidad natural, $Z = 0.356$, este método calcula Z a partir de la longevidad la cual se calculará a partir de la edad media de los "ejemplares más viejos" de una muestra. Sin embargo, este criterio resulta algo problemático, ya que el cálculo de T_m (talla media) depende entonces del tamaño de la muestra y de la proporción de la misma que se considera que representa a "los ejemplares más viejos" (Sparre y Venema 1997).

El modelo propuesto por Beverton y Holt (1957), que toma en consideración los parámetros de crecimiento, la longitud promedio de las longitudes obtenidas y la longitud más pequeña obtenida, a pesar de esto, el valor de $Z = 0.888$, no se ajusta; ya que al emplear la fórmula para obtener la mortalidad por pesca, el valor es bajo $F = 0.218$, no refleja lo que sucede con la pesquería de esta especie, este valor indica que la actividad pesquera es baja y no afecta este recurso. El considerar F constante puede tener un serio impacto en el manejo de pesquerías, debido a que en general hay diferencias marcadas con la edad producidas por ejemplo por diferencias en su accesibilidad al arte de pesca (Seijo *et al.* 1997)

Mortalidad total (Z) — Para este trabajo fue de $Z = 2.44$ calculado por medio del método de la Curva de Captura, el

cual muestra un panorama mejor de la dinámica poblacional. Este método asume:

- i) Que Z es constante en todos los grupos de edad considerado;
- ii) Que todos los grupos de edad considerados fueron reclutados con la misma abundancia;
- iii) Que todos los grupos de edad considerados en el planteo son igualmente vulnerables al arte usado para el muestreo y
- iv) La muestra es lo suficientemente grande y cubre los grupos de edad suficientes para representar efectivamente la estructura poblacional promedio en el periodo de tiempo formulado (Sparre y Venema 1992).

El método con el cual se estimó Z (curva de captura) esta basado en la curva de captura estándar de Ricker (1958) basada en la edad, que representa el logaritmo natural del número de individuos de cada grupo de edad respecto de la edad.

Si (K) es grande y la mortalidad total Z es reducida, muchos peces vivirán lo suficiente para completar buena parte de su crecimiento, y su distribución por tallas presentará muchos individuos cercanos a L_∞ . Por el contrario, si Z es grande y k es pequeño, y si los peces entran en la pesquería cuando aún son pequeños en comparación con L_∞ , muchos morirán con un tamaño correspondiente apenas a una pequeña parte de L_∞ (Gulland y Rosemberg 1992). Al analizar la composición por edades a la curva de captura con los datos muestrales agrupados, la tendencia de los datos indica una correlación alta con una mortalidad total (Z) de 2.44, valor que al sustraerle el de $M = 0.65$ indica una mortalidad por pesca muy alta, de $F = 1.79$, que evidentemente indica una condición de sobre explotación muy severa.

El valor de la tasa instantánea de explotación fue de $E = 0.73$, Gulland y Holt (1959), señala que valores mayores a 0.5 indican un nivel de explotación intensa del recurso y el valor óptimo de la tasa de explotación se da cuando $F = M$, de manera general se considera que $E_{\text{óptimo}} = 0.5$. Ricker (1979) considera que cuando una población es explotada intensamente, se origina una reducción de la talla promedio de la población a través del tiempo. Poblaciones como esta se caracterizan por que su tamaño esta limitado por la densidad, lo que las hace muy vulnerables a la explotación; Esto implica la necesidad de vigilar cuidadosamente la intensidad de la explotación, y también de evitar la captura de animales tan jóvenes como lo indican las muestras, ya que la sobre explotación de juveniles debe ser evitada, pues acelera el agotamiento de la población. Cuando un recurso esta sometido a una presión de pesca creciente, el número de grupos de edad tiende a reducirse desapareciendo primero los peces con mayor edad (Fischer, *et al.* 1995).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado con el apoyo del Instituto Tecnológico de Chetumal en colaboración del M en C. Alejandro Medina Quej. Los datos de este estudio fueron obtenidos de las cooperativas pesqueras ISLA HOLBOX y CEHTUMAL.

LITERATURA CITADA

- Ault J., S. Steven, G. Smith, G. A. Diaz, and E. Franklin. 2003. Florida Hogfish Fishery Stock Assessment. 5-20 p. University of Miami. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science.
- Bagenal, T. and F. Tesh. 1978. Age and growth. Pages 101-136 in: T. Bagenal (ed.) *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water*. I.B.P Handbook N° 3. Third Edition. Blackwell Science Publications, Oxford, England.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 140:67-83.
- Beverton, R. J. H. and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish Inv. ser.1-533.2(14)*.
- Claro, R., A. García-Cagide, and R. Fernández de Alaiza. 1989. Características biológicas del pez perro, *Lachnolaimus maximus* (Walbaum), en el Golfo de Batabanó, Cuba. *Revista Investigaciones del Mar* 10(3): 239-252.
- Davis, J.C. 1976. Biology of the hogfish, *Lachnolaimus maximus* (Walbaum), in the Florida Keys. M.S. thesis, University of Miami, Coral Gables FL. Pages 5-20 in: J.S. Ault, S.G. Smith, G.A. Diaz, and E. Franklin. 2003. Florida Hogfish Fishery Stock Assessment. University of Miami. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida USA.
- Escobar N.A 1986. Geografía General del Estado de Quintana Roo. Fondo del fomento editorial del gobierno estatal. 140 pp.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Sneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, and V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. *Vertebrados* 3:1201-1813.
- Gayanilo, F.C., Jr., P. Sparre, and D. Pauly. 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Comp. Inf. Ser. Fisheries 7, FAO, Roma, Italy. 126 pp.
- Gayanilo, F. C., P. Sparre, and P. Pauly. 2001. FAO-ICLARM stock Assessment Tools. Computerized Information. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. 119 pp.
- Gulland, J. and S.J. Holt. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal of Conservation CIEM* 25(1):47-49
- Gulland, J.A. y A.A. Rosemberg. 1992. Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. Grupo de Evaluación de Recursos Renovables. Imperial Collage. 8 Prince Garden. Londres, Reino Unido. FAO. Documento Técnico de Pesca. 15 pp.
- Herrera Batista, E. y Rueda Galindo M. 2003. Pesca y acuicultura. Dirección general de planeación y desarrollo. www.cancun.gob.mx/Html/Principal/Planeación_pesca.htm
- Hoening, J. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fisheries Bulletin* 82:898-903.
- Le Cren, E. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20(2):201-219.
- Marín-Guardado, A. 1995. Holbox. Antropología de la pesca en una isla del Caribe Mexicano. El Colegio de Michoacán y El Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. México. www.colmich.edu.mx/publicaciones/fichas/completas/letra2.asp
- McBride, R., M. Johnson, L. Bullock, and F. Stengard. 2001. Preliminary observations on the sexual development of hogfish, *Lachnolaimus maximus* (Pisces: Labridae). *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 52:98-102.
- Pauly, D. 1980 A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Circular*, 729, FIRM/ 6729. 51 p
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews* 8: 325 pp.
- Ricker, W.E. 1979. Growth rates and model. *Fish Physiology* 8:677-743.
- Robins, C.R. and G.C. Ray. 1986. *A Field Guide to Atlantic Coast Fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts USA. 354 pp.
- Seijo, J.C., O. Defeo, y S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera, teoría, modelación y manejo. FAO. Documento Técnico de pesca. No 368, Roma, Italia. 176 pp.
- Sparre, P. and S.C. Venema, 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. FAO Fisheries Technical Papers 306. FAO, Rome, Italy. 45 pp.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. N° 306.1, Rev. 2. Rome (en prensa).
- Tresierra-Aguilar Á.E., Z.G. Culquichicón-Malpica, y B. Veneros-Urbina. 1995. Manual de Biología Pesquera. CONCYTEC. Perú. 100 pp.
- Weatherley A. 1972. Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press Inc., London, England. 293 pp.