

## Estimación de la tasa de mortalidad natural de *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) y *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en la zona costera del Golfo de Tehuantepec, México

Estimation of the natural mortality rate of *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) and *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), in the coastal zone of the Gulf of Tehuantepec, Mexico

Sebastián Ramos-Cruz<sup>1</sup>, Blanca Sánchez-Meraz<sup>2</sup>, Fleury Carrasco-Ayuso<sup>2</sup> y Pedro Cervantes-Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Camarón del Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Salina Cruz, C. P. 70680, Salina Cruz, Oaxaca, México

<sup>2</sup>Universidad del Mar, Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, A. P. 47., C. P. 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México  
cripsc@prodigy.net.mx

**Abstract.**- We estimated the monthly natural mortality rate (M) in the marine phase of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) and *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. The analyzed data were the commercial capture, the capture for unit effort (CPUE) and the fishing effort in trips for the brown shrimp (December 1989 to December 1998), and the white shrimp (October 1992 to December 1998). The models based on growth parameters were the most trustworthy for estimating the natural mortality rate (M). The results were: M= 0.20 monthly for the white shrimp and M= 0.22 monthly for the brown shrimp. The fishing mortality (F) increased from the 4 to the 16 months of age ( $F_4 = 0.02$   $F_{16} = 0.79$  monthly in white shrimp) and ( $F_4 = 0.18$   $F_{16} = 1.61$  monthly in brown shrimp). These results suggest a minor exploitation of the recruitment and greater on the reproducers groups of both species. In the fishing season 95/96, a decrease and an increase was observed in the captures of white shrimp and brown shrimp, respectively. This apparent tendency still stands according to that reported by El Instituto Nacional de la Pesca (INP) for the fishing season 03/04.

Key words: Natural mortality, exploitation rate, brown shrimp, white shrimp, Gulf of Tehuantepec, Mexico

**Resumen.**- Se estimó la tasa mensual de mortalidad natural (M) en la fase marina de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) en el Golfo de Tehuantepec, México. Los datos analizados fueron la captura comercial, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y el esfuerzo de pesca en viajes para el camarón café (diciembre 1989 a diciembre 1998) y el camarón blanco (octubre 1992 a diciembre 1998). Los modelos basados en parámetros de crecimiento resultaron los más confiables para estimar la tasa de mortalidad natural (M). Los resultados fueron: M= 0,20 mensual para el camarón blanco y M= 0,22 mensual para el camarón café. La mortalidad por pesca (F) se incrementó de los 4 a los 16 meses de edad ( $F_4 = 0,02$  y  $F_{16} = 0,79$  mensual en camarón blanco) y ( $F_4 = 0,18$  y  $F_{16} = 1,61$  mensual en camarón café). Estos resultados sugieren una explotación menor del reclutamiento y mayor sobre los grupos reproductores de ambas especies. Entre 1993 y 1997, se observó una disminución de la tasa anual de explotación (E) en el camarón blanco (13,2%) y un incremento en el camarón café (14,2%). En la temporada de pesca 95/96, se observó una disminución y un aumento de las capturas de camarón blanco y camarón café, respectivamente. Esta tendencia aparentemente continúa vigente según lo reportado por el Instituto Nacional de la Pesca (INP) para la temporada de pesca 03/04.

Palabras clave: Mortalidad natural, tasa de explotación, camarón blanco, camarón café, Golfo de Tehuantepec, México

---

## Introducción

En el litoral del Pacífico mexicano se distribuyen cinco especies de camarones de interés comercial: “camarón café” *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900), “camarón blanco” *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), “camarón cristal” *Farfantepenaeus brevisrostris* (Kingsley, 1878) y “camarón azul” *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871). Estas especies constituyen la base de una pesquería comercial desarrollada en la zona costera del Golfo de Tehuantepec, situado en la región sureste del Pacífico mexicano. La zona de captura se sitúa entre Punta Chipehua (16°10'N y 98°08'W) en Salina Cruz, Oaxaca, hasta Puerto Madero, Chiapas (14°42'N y 92°25'W) (Reyna-Cabrera & Ramos-Cruz 1998). Entre estos dos puntos se estima una distancia lineal aproximada de 340 km. En su línea de costa se localiza un gran número de marismas y lagunas costeras, de las que sobresalen por sus dimensiones, el Sistema Lagunar Huave en Oaxaca y el Mar Muerto, compartido por los estados de Oaxaca y Chiapas (Reyna-Cabrera & Ramos-Cruz 1998).

En alta mar y en sistemas lagunares, la pesquería de camarón es regulada mediante la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993), la cual contempla el sistema de vedas temporales - cuya duración es de aproximadamente seis meses - la reglamentación de la luz de malla en las redes de arrastre (57,15 mm) y atarrayas (37,5 mm), y la delimitación de áreas restringidas a la pesca. Respecto a la composición de especies en el Golfo de Tehuantepec, las capturas anuales han estado integradas principalmente por el camarón café y el camarón blanco, con proporciones promedio de 44 y 35% para un periodo de 21 temporadas, en tanto que para este mismo periodo, el camarón cristal (*F. brevisrostris*) ha contribuido con el 14% y el camarón azul (*L. stylirostris*) con el 7% (Ramos-Cruz 2005).

Se tiene conocimiento de algunas estimaciones de la tasa de mortalidad natural (M) para diferentes poblaciones de camarón, en alta mar y en las áreas protegidas a lo largo de las costas mexicanas (Chávez 1979, Gracia 1997, 1989, Reyna-Cabrera & Ramos-Cruz 1998, Rodríguez de la Cruz 1976, Chávez & Arreguín-Sánchez 1982, Ramos-Cruz, 2005, Andrade & Wolfgang 1999, Cervantes-Hernández 1999, Arreguín-Sánchez *et al.* 1997).

En el presente trabajo se utilizaron diferentes modelos para estimar el intervalo de la tasa de mortalidad natural (M) para el camarón blanco (*L. vannamei*) y el camarón café (*F. californiensis*), para el periodo 1989 - 1998. Adicionalmente, se realizó el análisis histórico de la tasa de mortalidad por pesca (F) por grupos de edad en ambas especies, cuyos resultados se dan a conocer en este documento.

## Material y métodos

Se analizaron los registros históricos de la captura comercial, captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por grupos de edad y el esfuerzo de pesca en número de viajes. En el caso del camarón café, la información analizada corresponde al periodo diciembre de 1989 a diciembre de 1998, mientras que la del camarón blanco abarca de octubre de 1992 a diciembre de 1998. Esta información fue proporcionada por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Salina Cruz, Oaxaca, México.

De acuerdo con Pope (1972), la abundancia virtual y la mortalidad por pesca (F) por grupos de edad fue modelada con base en el análisis de población virtual (APV), mientras que el intervalo de la tasa de mortalidad natural (M) por especie, fue estimada incorporando a estos modelos tres valores distintos de M; posteriormente, se seleccionó al azar una cohorte perteneciente a la población natural, esta misma cohorte por especie, se extrajo en cada uno de los APV. Finalmente, la abundancia virtual de éstas se utilizó para desarrollar de manera independiente, la técnica de agrupación por “cluster” (Pielou 1984).

Una vez obtenido el intervalo de la tasa M por especie, se seleccionó el valor más confiable considerando los resultados de agrupación obtenidos en este trabajo, así como los registros bibliográficos para estas y otras especies de peneidos. Finalmente, se emplearon los resultados de la tasa de mortalidad (F) por grupos de edad, que fueron obtenidos del APV a las tasas de mortalidad M seleccionadas.

En ambas especies se estimó la tasa de explotación (E) y de supervivencia (E'), para las temporadas 92/93 a 96/97 de acuerdo con Ricker (1975). Las funciones son:  $E = F/Z$  y  $E' = 1 - e^{-Z}$ , donde (Z) es la tasa de mortalidad total con  $Z = M + F$ .

Los modelos empleados para estimar las distintas tasas de mortalidad fueron las siguientes:

### Modelo de Berry (1967) y Paloheimo (1961)

El modelo supone que posterior al evento de reclutamiento ocurrido durante (n) intervalos de tiempo (considerados como independientes), la CPUE disminuye debido a la acción de la pesca. Los cambios en la CPUE registrados por intervalo (en este caso mensuales), se relacionan con la tasa de mortalidad Z en el modelo de Berry (1967):  $\ln(\text{CPUE}) = \alpha - (\beta * n)$ , donde  $\beta$  es la pendiente o la tasa mensual de mortalidad total Z. La tasa de mortalidad M y el coeficiente de capturabilidad (q) para todo el período en estudio, se obtienen al combinar linealmente los distintos valores de Z y el esfuerzo promedio mensual por intervalo en:  $Z = M + (q * \text{esfuerzo promedio})$ , según Paloheimo (1961).

### Modelo de Taylor (1958)

Con base en los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (1938) y el tiempo requerido para que un organismo obtenga el 95% de  $L_{\infty}$ , el modelo estima la tasa M y la longevidad máxima que alcanza un organismo en la población ( $A_{0,95}$ ). Las relaciones para dicho propósito son:

$$A_{0,95} = t_0 + (2,996 / k)$$

$$M = 2,996 / A_{0,95}$$

Donde: M es la tasa de mortalidad natural, 2,996 es la constante que indica el tiempo requerido para que un reproductor obtenga el 95% de  $L_{\infty}$ .

### Modelo de Pauly (1980)

Este modelo lineal genera una estimación de la tasa M con base en el valor de k,  $L_{\infty}$ ,  $W_{\infty}$  y el registro promedio anual de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ). La versión en función de  $L_{\infty}$  es:

$$\ln(M) = -0,0152 - (0,279 * \ln(L_{\infty})) + (0,6543 * \ln(k)) + (0,463 * \ln(T^{\circ}))$$

La versión en función de  $W_{\infty}$  es:

$$\ln(M) = -0,2107 - (0,0824 * \ln(W_{\infty})) + (0,6757 * \ln(k)) + (0,4687 * \ln(T^{\circ}))$$

El registro promedio anual de la temperatura superficial del mar se recopiló del Climate Diagnostic Center of the National Oceanography and Atmospheric Administration (NOAA)<sup>1</sup>.

Se consideraron las estimaciones de los parámetros de crecimiento de Chávez (1979), para *F. californiensis* ( $L_{\infty} = 242$  mm,  $W_{\infty} = 220$  g,  $t_0 = -0,344$  y  $k = 0,186$ ) y *L. vannamei* ( $L_{\infty} = 200$  mm,  $W_{\infty} = 103$  g,  $t_0 = -0,293$  y  $k = 0,266$ ).

## Resultados

Los resultados para las distintas tasas de mortalidad se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 1**

**Tasas mensuales de mortalidad para *F. californiensis*. (M) mortalidad natural, (Z) mortalidad total y (q) coeficiente de capturabilidad**

Monthly mortality rates for *F. californiensis*. (M) natural mortality, (Z) total mortality and (q) catchability coefficient

Modelo	Z	M	q	r	r <sup>2</sup>	p
Berry (1967) y Paloheimo (1961)	0,45	0,37	0,0012	0,15	0,24	0,739
Taylor (1958)		0,19				
Pauly $L_{\infty}$ (1980)		0,22				
		0,30				

**Tabla 2**

**Tasas mensuales de mortalidad para *L. vannamei*. (M) mortalidad natural, (Z) mortalidad total y (q) coeficiente de capturabilidad**

Monthly mortality rates for *L. vannamei*. (M) natural mortality, (Z) total mortality and (q) catchability coefficient

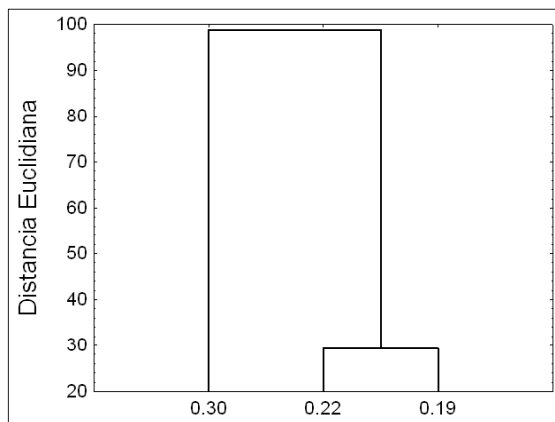
Modelo	Z	M	q	r	r <sup>2</sup>	p
Berry (1967) y Paloheimo (1961)	0,51	0,45	0,0005	0,046	0,002	0,923
Taylor (1958)		0,20				
Pauly $L_{\infty}$ (1980)		0,16				
		0,40				

<sup>1</sup>[http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/IGOSS/nmc/Reyn\\_SmithOIv1/monthly/sst/](http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/IGOSS/nmc/Reyn_SmithOIv1/monthly/sst/)

A pesar de que las estimaciones obtenidas de la tasa M según el modelo de Berry (1967) y Paloheimo (1961) cumplieron con el supuesto de Ricker (1975) ( $M < Z$ ), éstas fueron descartadas del análisis, ya que los niveles de significancia estadística en ambos casos, resultaron no significativos ( $P > 0,05$ ) (Tablas 1 y 2). Al respecto, este último autor indicó que la tasa M en el ambiente marino no debe exceder a Z, ya que la tasa F se adiciona como  $Z = M + F$ .

De acuerdo con los resultados anteriores, se emplearon los modelos de crecimiento para establecer el intervalo de la tasa mortalidad natural por especie (Tablas 1 y 2). En el caso de *F. californiensis*, el APV se ejecutó a 0,19, 0,22 y 0,30 mensual de mortalidad M (Tabla 1); mientras que en *L. vannamei* se consideraron valores de 0,16, 0,20 y 0,40 mensual (Tabla 2). Las cohortes seleccionadas al azar fueron: octubre 1991 en *F. californiensis* (Fig. 1) y enero 1997 en *L. vannamei* (Fig. 2). Los resultados de la agrupación por "cluster" son los siguientes:

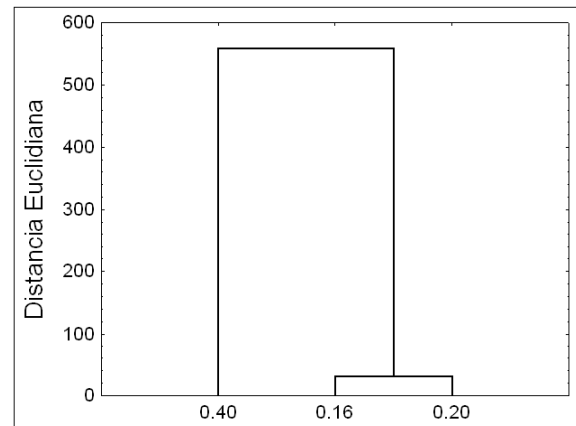
El análisis reveló que la cohorte patrón de octubre de 1991 mostró una agrupación por similitud entre 0,19 y 0,22 mensual de mortalidad M en *F. californiensis* ( $P < 0,05$ ) (Fig. 1); mientras que, en la cohorte de enero de 1997, dicha agrupación se observó entre 0,16 y 0,20 mensual en *L. vannamei* ( $P < 0,05$ ) (Fig. 2).



**Figura 1**

**Agrupación por cluster para la media de la abundancia virtual en la cohorte de octubre de 1991 de *F. californiensis***

Grouping by cluster for the average of the virtual abundance in the October 1991 cohort of *F. californiensis*



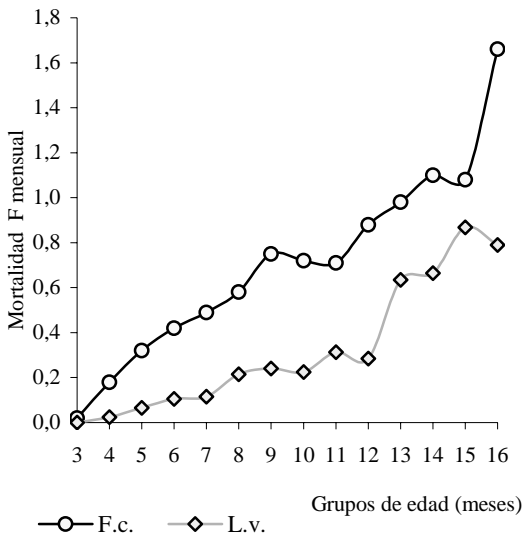
**Figura 2**

**Agrupación por cluster para la media de la abundancia virtual en la cohorte de enero de 1997 de *L. vannamei***

Grouping by cluster for the average of the virtual abundance in the January 1997 cohort of *L. vannamei*

Considerando el supuesto de que la mortalidad natural permanece constante entre dos intervalos de tiempo (Ricker 1975, Beverton & Holt 1957), en el caso de *F. californiensis*, el promedio de la abundancia virtual registrada a 0,19 y 0,22 mensual (Fig. 1) sugiere que dichas estimaciones delimitan el intervalo en el que se encontraron los valores más confiables de la tasa M para esta población. Dado que ambas especies habitan en la misma región del Golfo de Tehuantepec, se esperaría que el valor de la tasa M fuese aproximadamente el mismo, por lo que el promedio de la abundancia virtual obtenido a 0,20 mensual (cohorte de enero de 1997), se observó dentro del intervalo propuesto para *F. californiensis* (Fig. 2). En base a lo anterior, se propone que dicha estimación sea considerada como la correspondiente para la población del camarón blanco del Golfo de Tehuantepec.

La tasa de mortalidad por pesca (F) por grupos de edad para ambas poblaciones, se modeló sobre la base de los resultados del APV a  $M = 0,22$  y  $M = 0,20$  mensual en *F. californiensis* y en *L. vannamei*, respectivamente (Fig. 3).



**Figura 3**

**Evolución histórica de la tasa de mortalidad F por grupos de edad en la población de *F. californiensis* (F.c.) y *L. vannamei* (L.v.) en el Golfo de Tehuantepec**

Historical evolution of the rate of mortality F by age groups in the population of *F. californiensis* (F.c.) and *L. vannamei* (L.v.) in the Gulf of Tehuantepec

La tasa de mortalidad F tuvo un incremento sostenido a partir de la edad de reclutamiento (cuatro meses) y hasta los 16 meses de edad en ambas especies ( $F_4 = 0,18$  y  $F_{16} = 1,61$  mensual en *F. californiensis*) y ( $F_4 = 0,02$  y  $F_{16} = 0,79$  mensual en *L. vannamei*) (Fig. 3). En el caso del camarón café, el valor de la mortalidad por pesca estimado para la cohorte de 3 meses de edad fue  $F = 0,02$  debido a que esta cohorte se encontraba parcialmente reclutada a la pesquería, mientras que en el camarón blanco, la tasa de mortalidad por pesca fue  $F = 0$  ya que los organismos que integran este grupo de edad aún se encuentran dentro de los sistemas lagunares y por tanto aún no están accesible a la pesca de alta mar.

Para *L. vannamei*, el efecto de la tasa mensual de mortalidad por pesca posterior a los 8 meses de edad, fue mayor que el valor de la tasa de mortalidad natural (M) propuesta para esta especie ( $F_8 = 0,32$ ), lo que sugiere un nivel de explotación mayor sobre los reproductores mayores de 8 meses y nula sobre los reclutas (Fig. 3). En el caso de *F. californiensis*, el

efecto de la tasa F posterior a los 5 meses de edad, se situó por encima del valor correspondiente a su tasa de mortalidad natural (M), lo que implica que el nivel de explotación es mayor sobre la fracción poblacional integrada por los reproductores y moderado para los reclutas (Fig. 3). Los grupos más afectados por la acción de la pesca fueron aquellos cuyas edades oscilaron entre los 12 ( $F = 0,88$  mensual en el camarón café y  $F = 0,28$  mensual en el camarón blanco) y 16 meses ( $F = 1,66$  en el camarón café y  $F = 0,79$  en el camarón blanco).

El comportamiento histórico de las tasas de explotación (E) y supervivencia (E') (Fig. 4) indicó que, entre 1993 y 1997, los valores de E mostraron una tendencia descendente para el camarón blanco y ascendente en el camarón café; mientras que en la temporada 95/96, la tasa E' se estimó en 13,2 y 14,2% anual, respectivamente.

Al final de temporada 96/97, la tasa de explotación del camarón blanco fue menor en relación al camarón café (9 y 12% anual, respectivamente). Este mismo comportamiento se observó en la tasa E', sin embargo, ésta resultó del 30% para el camarón blanco y del 88% para el camarón café (Fig. 4).

La Fig. 5 muestra el efecto de las tasas E y E' sobre las capturas de ambas especies en el Golfo de Tehuantepec. A partir de 1996 se observó un descenso progresivo en la captura de camarón blanco, lo que explica en parte, la disminución de la tasa E y el aumento del 30% en la tasa E' estimados al final de la temporada 96/97 (Fig. 4). Por lo anterior, esta pesquería se mostró en un estado de explotación mayor en relación a la del camarón café, la cual aparentemente se mantuvo oscilando entre 72 y 280 x 10<sup>4</sup> organismos entre 1989 y 1998; sin embargo, se observó un ascenso en la captura de camarón café a partir de 1997 (297 x 10<sup>4</sup> organismos), el cual muy probablemente está relacionado con el aumento de la tasa E estimada al final de la temporada 96/97 (Fig. 4).

Finalmente, los modelos empleados en este trabajo no permitieron la estimación confiable de la tasa Z en ambas poblaciones; pese a ello, se consideraron los resultados obtenidos a partir de la CPUE total mensual en ambas especies (Tablas 1 y 2).

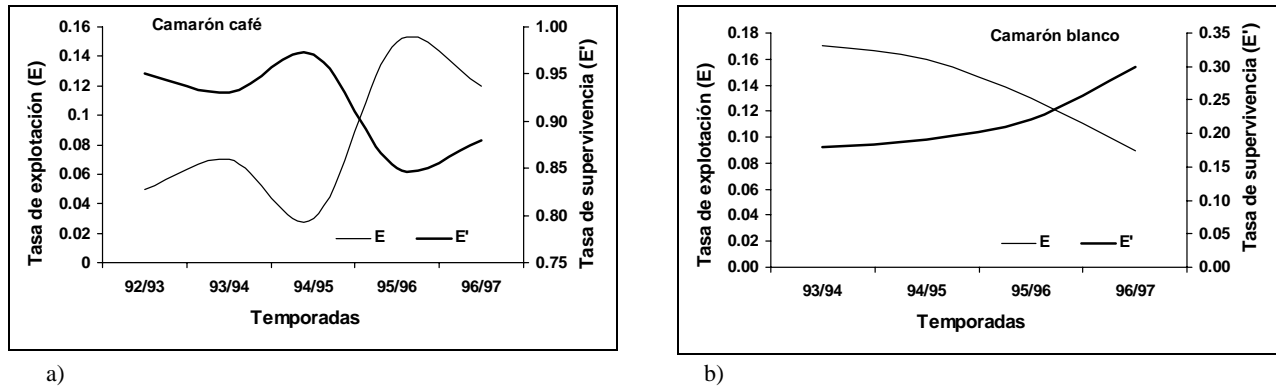


Figura 4

Evolución de las tasas E y E' entre 1992 y 1997 en el Golfo de Tehuantepec. (a) *F. californiensis*, (b) *L. vannamei*

Evolution rates of E and E' between 1992 and 1997 in the Gulf of Tehuantepec. (a) *F. californiensis*, (b) *L. vannamei*

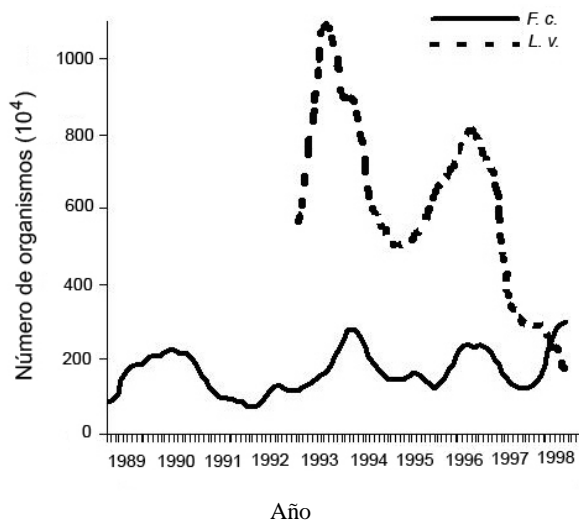


Figura 5

Evolución histórica de la abundancia de *F. californiensis* (*F. c.*) y *L. vannamei* (*L. v.*) en el Golfo de Tehuantepec entre 1989 y 1998

Historical evolution of the abundance of *F. californiensis* (*F. c.*) y *L. vannamei* (*L. v.*) in the Gulf of Tehuantepec between 1989 and 1998

## Discusión

Como parte de la evaluación del recurso camarón en esta región del Pacífico sur, la estimación de la tasa de mortalidad natural ( $M$ ) resulta importante para el desarrollo y aplicación de planes efectivos de manejo. Sin embargo, los sesgos que afectan la estimación de la tasa  $M$ , tienen repercusiones en el análisis, evaluación y administración de los recursos sujetos a explotación (Gracia 1989). Vetter (1988) indicó que a pesar de la dificultad que implica obtener estimaciones confiables de la tasa  $M$ , es indispensable contar con dicha estimación, ya que en la mayoría de los modelos pesqueros,  $M$  es el principal parámetro de entrada. Al respecto, el autor sugiere el uso de diferentes modelos para acotar un intervalo de la tasa de mortalidad natural, en el que se encuentre el valor más confiable de éste para una población.

De acuerdo con el análisis realizado, los modelos basados en el crecimiento resultaron ser los más confiables para la obtención de los intervalos y la estimación más confiable de la tasa de mortalidad natural en las poblaciones de *F. californiensis* y *L. vannamei*. En el caso de las pesquerías de camarón del Golfo de México, Gracia *et al.* (1997) puntualizan que no es común obtener estimaciones de  $M$  mayores o iguales a 0,40 mensual, ya que se consideran excesivamente altas. En esta región del Golfo de

México, los valores de *M* estimados para distintas especies de camarón se han ubicado entre 0,20 y 0,37 mensual (Klima 1989, Arreguín-Sánchez *et al.* 1997, Gracia 1989, 1997, Cervantes-Hernández 1999). En tanto que para las costas del Pacífico mexicano, las estimaciones de *M* han variado entre 0,16 y 0,22 para *L. vannamei*, y entre 0,10 y 0,19 para *F. californiensis* (Tabla 3).

Como puede observarse (Tabla 3), las estimaciones de la tasa de mortalidad natural, sobre una base mensual, han fluctuado entre  $M = 0,16$  y  $0,22$  en el camarón blanco, mientras que en el camarón café, los valores han variado entre  $M = 0,10$  y  $M = 0,19$ . De acuerdo con Ramos-Cruz (2000) y Anónimo (2005), las especies de camarón del Pacífico sur presentan un patrón continuo de reproducción y reclutamiento a lo largo del año, con oscilaciones mucho más notables que las especies de camarón localizadas más hacia el norte del Pacífico mexicano. Esta característica poblacional, pudiera ser un factor determinante para que las estimaciones de las tasas de mortalidad natural, sobre todo las correspondientes a *F. californiensis*, resulten mayores en el Golfo de Tehuantepec. Los resultados obtenidos en este trabajo así como los consignados en la literatura corroboran lo antes citado, por lo que éstas podrían servir de base para futuros trabajos de manejo en ambas pesquerías.

Por otro lado, el comportamiento histórico de la tasa *E*, sugiere que la estrategia de explotación observada entre 1993 y 1997, por especie, continúa siendo la misma según Anónimo (2004), quien señala que durante la temporada de pesca 03/04 (septiembre a mayo), el camarón café representó el 50% de las capturas totales, en tanto que el camarón blanco aportó el 38,1%. Los máximos rendimientos fueron obtenidos entre septiembre y enero, mientras que de febrero a mayo, la captura extraída en términos de biomasa fue menor y estuvo integrada por organismos reproductores entre seis y siete meses. En el caso del camarón blanco, se reportó que al finalizar la temporada 03/04 (entre marzo y mayo), la captura en términos de biomasa fue menor en relación al camarón café y estuvo integrada por organismos entre cuatro y cinco meses, los máximos rendimientos fueron obtenidos entre septiembre y noviembre.

De acuerdo con Anónimo (2004) y Gallardo-Berumen (2005), los periodos de pesca en el Golfo de Tehuantepec se aplican igualmente para camarón blanco y café. El análisis de la tasa *F* por grupos de edad,

indicó que la fase de reclutamiento del camarón blanco no se explotó durante estos periodos ( $F_4 = 0,02$ ); sin embargo, en el caso del camarón café, el reclutamiento fue explotado a una tasa  $F = 0,18$  mensual. Lo anterior revela que, aún cuando en el periodo analizado, los periodos de veda en el Golfo de Tehuantepec (mayo-junio y agosto) cumplieron con el propósito de proteger el reclutamiento de ambas especies, dicha protección estuvo más orientada hacia las poblaciones de camarón blanco, por ocupar áreas de más fácil acceso por parte de la flota pesquera, que las poblaciones de camarón café.

El efecto de la tasa de explotación (*E*) sobre las capturas de ambas especies (Fig. 5) confirmó que la fase de reclutamiento aparentemente protegida durante los periodos de veda, es explotada en las siguientes etapas del crecimiento al iniciar los periodos de pesca. Este tipo de política pesquera es denominado “sobrepesca de crecimiento” o explotación masiva de los

**Tabla 3**

**Estimación histórica de la tasa mensual de mortalidad natural (*M*) para la costa del Pacífico mexicano**

Historical estimation of the monthly rate of the natural mortality (*M*) for the Mexican Pacific coast

Especie	M	Región	Autor
<i>L. vannamei</i>	0,16	Golfo de Tehuantepec	Rodríguez de la Cruz & Chávez (1996)
	Sexos separados 0,19		Ramos-Cruz (En prep.) <sup>2</sup>
	Sexos combinados 0,22		
<i>F. californiensis</i>	0,13	Golfo de California	Rodríguez de la Cruz & Chávez (1996)
	0,19		Rodríguez de la Cruz (1976)
	0,10		

<sup>2</sup> Ramos-Cruz, S. (en prep.) Talla de primera captura, parámetros de crecimiento y mortalidad natural de *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931, durante la veda de 1999 en el Golfo de Tehuantepec, México. Centro Regional de Investigación Pesquera. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. México.

estados reproductores (Gracia 1996, 1997, Gracia & Vazquez-Bader 1998). La política antes citada es evidente en el caso del camarón café a partir de la edad de cinco meses y a partir de los ocho meses en camarón blanco; sin embargo, la tasa E sugiere que esta pesquería ha sido afectada por la sobre-pesca de crecimiento desde 1993, razón por la cual el INP (2004) reportó un cambio de tendencia en las capturas de esta especie en relación con las de camarón café en la temporada de pesca 03/04.

Finalmente, en el caso del camarón café, la talla de reclutamiento se ha reportado entre los 125 y 130 mm de longitud total para las costas de Oaxaca y Chiapas, con una edad equivalente a cuatro meses (Sierra 1993). La edad de primera madurez sexual del camarón café y de otras especies de camarón en el Pacífico mexicano, ha sido reportada próxima a los siete meses de edad, la que ocurre en el ambiente marino (Chávez 1979, Chávez & Arreguín-Sánchez 1982, Sierra 1993, Reyna-Cabrera & Ramos-Cruz 1998).

### Agradecimientos

Al Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Salina Cruz, Oaxaca, México, la base de datos proporcionada. Al Climate Diagnostic Center de la National Oceanography and Atmospheric Administration (NOAA), la serie de temperatura. A Mario Alejandro Gómez Ponce (ICMyL, UNAM) e Isabel Gallardo Berumen (UMAR), su valiosa colaboración en este trabajo. A los señores revisores anónimos, sus apreciaciones al manuscrito lo mejoraron sustancialmente.

### Literatura citada

- Andrade PG & BSU Wolfgang. 1999.** Crecimiento y mortalidad del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) en el lago de Maracaibo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 17(1): 63-89.
- Anónimo. 2004.** Inicio de la temporada de veda 2004 para la pesquería de camarón del Océano Pacífico Mexicano. Informe final de investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 34 pp.
- Anónimo. 2005.** Plan de Manejo para la pesquería de camarón en el litoral del Océano Pacífico Mexicano. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 76 pp.
- Arreguín-Sánchez F, L Schultz-Ruíz, J Sánchez & T Alarcón. 1997.** Las pesquerías de camarón de alta mar: Explotación, dinámica y evaluación. Análisis y Diagnostico de los Recursos Pesqueros del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México 7: 145-172.
- Berry R. 1967.** Dynamic of the tortugas pink shrimp population. PhD Thesis, University of Rhode Island, 160 pp.
- Beverton H & S Holt. 1957.** On the dynamics of exploited fish population, 533 pp. Chapman & Hall, Nueva York.
- Cervantes-Hernández P. 1999.** Relaciones stock-reclutamiento del camarón *Farfantepenaeus duorarum* en el Banco de Campeche. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 37 pp.
- Chávez EA & F Arreguín-Sánchez. 1982.** Evaluación y diagnostico de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec. Informe Definitivo, 60 pp. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, México
- Chávez EA. 1979.** Diagnosis de la pesquería del camarón del Golfo de Tehuantepec, Pacífico Sur Occidental de México. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 6(2): 15-44.
- Gallardo-Berumen MI. 2005.** Análisis del sistema de vedas sobre la explotación del recurso camarón en el Golfo de Tehuantepec. Tesis de Licenciatura, Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 48 pp.
- Gracia A, AR Vázquez-Bader, LE Shultz & JA Sánchez. 1997.** Ecología de camarones peneidos. Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México 7: 127-144.
- Gracia A & AR Vázquez-Bader. 1998.** The effects of artisanal fisheries on penaeid shrimp stocks in the Gulf of México. En: Funk F, TJ Quinn II, J Heifetz, JN Ianelli, JE Powers, JF Schweigert, PJ Sullivan & CI Zhang (eds). Proceedings of the International Symposium Fishery Stock Assessment Models for the 21<sup>st</sup> Century, pp. 977-998. University of Alaska, Sea Grant College.
- Gracia A. 1989.** Mortalidad natural del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1967) en la Sonda de Campeche. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y



- Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 16(2): 263-272.
- Gracia A. 1996.** White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. *Marine and Freshwater Research* 47:59-65.
- Gracia A. 1997.** Simulated and actual effects of the brown shrimp, *Penaeus aztecus*, Cosure in Mexico. *Marine Fisheries Review* 59(2): 18-24.
- Klima E. 1989.** Approaches to research and management of U.S. fisheries for penaeid shrimp in the Gulf of Mexico. En: Caddy F (ed). *Marine Invertebrate Fisheries: their assessment and management*, pp. 281-306. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Paloheimo J. 1961.** Studies on estimation of mortalities. I. Comparison of a method described by Beverton and Holt and a new linear formula. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 18: 645-662.
- Pauly D. 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l' Exploration de la Mer* 39(2): 175-192.
- Pielou E. 1984.** The interpretation of ecological data, 263 pp. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Pope J. 1972.** An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *ICNAF Research Bulletin* 9: 65-74.
- Ramos-Cruz S. 2000.** Composición por tallas, edad y crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Natantia: Penaeidae), en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 873-882.
- Ramos-Cruz S. 2005.** Evaluación de la pesquería de camarón en el Golfo de Tehuantepec, México. Informe final de proyecto de investigación, 25 pp. Centro Regional de Investigación Pesquera Salina Cruz, Oaxaca Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México.
- Reyna-Cabrera IE & S Ramos-Cruz. 1998.** La pesquería de camarón de alta mar, cap. 12: 163-178. En: Tapia-García M (ed), *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, 154 pp. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- Ricker WE. 1975.** Computation and Interpretation of biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 382 pp.
- Rodríguez de la Cruz MC. 1976.** Sinopsis biológica de las especies del género *Penaeus* del Pacífico Mexicano. *Memorias del simposium sobre biología y dinámica poblacional de camarones*. Guaymas, Sonora, México, pp. 280-316.
- Rodríguez de la Cruz MC & EA Chávez. 1996.** La pesquería de camarón en alta mar. Pacífico de México. *Pesquerías Relevantes de México. XXX Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca, Tomo I: 3-27*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- Sierra RP 1993.** Abundancia estacional de postlarvas de *P. vannamei* en la bocanarra de Tonalá, Chiapas. Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oaxaca. Instituto Nacional de la Pesca, 3 pp. Secretaría de Pesca, México.
- Taylor C. 1958.** Cod growth and temperature. *Journal du Conseil International pour l' Exploration de la Mer* 23: 366-70.
- Vetter EF. 1988.** Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. *US Fisheries Bulletin* 86(1): 25-43.
- Von Bertalanffy L. 1938.** A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10: 181-213.