

## Crecimiento y mortalidad de *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya, Venezuela

### Growth and mortality of *Farfantepenaeus notialis* in the northern coast of Araya Peninsula, Venezuela

Ángel Marval-Rodríguez<sup>1\*</sup>, Douglas Altuve<sup>1\*</sup>, Isidra Ramírez<sup>2</sup>, José Alió<sup>1</sup>, Gabriel Gómez<sup>1</sup>, Katiana Cedeño<sup>1</sup>, Freddy Martínez<sup>1</sup> y Ortiz Lesme<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estado Sucre, Venezuela. \*Correo electrónico: avgelo7@gmail.com. <sup>2</sup>Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente. Estado Sucre, Venezuela.

#### RESUMEN

*Farfantepenaeus notialis*, es una especie importante de camarón en la pesquería artesanal en la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Debido al limitado conocimiento sobre su dinámica poblacional, es importante determinar su crecimiento y mortalidad como parámetros fundamentales para la evaluación y manejo del recurso. La estructura de tallas y peso se evaluó mensualmente de los desembarques, desde abril 2012 hasta marzo 2013. El ajuste de los parámetros de crecimiento al modelo de von Bertalanffy se realizó por análisis de superficie de respuesta mediante la reestructuración de los datos y su ajuste a una curva de crecimiento. Los parámetros de crecimiento estimados para hembras, machos y sexos agrupados, fueron  $L_{\infty} = 237, 230, 200$  mm y  $k = 1,4; 1,4$  y  $1,3$  año<sup>-1</sup>, respectivamente. La estimación de la mortalidad natural (M) se utilizaron tres métodos, mientras que la mortalidad total fue estimada de la curva de captura linearizada y la mortalidad por pesca substrayendo el valor de (F). Los valores más elevados de M fueron de 2,4 año<sup>-1</sup> en machos; mientras que la mortalidad por pesca (F) promedio fue 1,6. Los resultados indicaron que *F. notialis* entra a la pesquería artesanal a los 5 meses de edad, con longitudes superiores a 80 mm, hasta los 20 meses y una longitud de 230 mm. Los resultados de F se ubicaron encima del valor medio reportado para poblaciones altamente explotadas, lo cual pudiese sugerir que la pesca de camarón rosado ha alcanzado su punto más alto en términos de rentabilidad económica.

**Palabras clave:** *Farfantepenaeus notialis*, crecimiento, mortalidad, pesquería.

#### ABSTRACT

*Farfantepenaeus notialis*, is an important species of shrimp that supports an artisanal fishery in the Araya Peninsula, Sucre State, Venezuela. Due to the little knowledge about its population dynamics, it is important to determine its growth and mortality, as fundamental parameters to evaluate and manage the resource. The size and weight structure of the shrimp was evaluated monthly from commercial landings, from April 2012 to March 2013. The fitting of the growth parameters to the von Bertalanffy model was made by response surface analysis, through a restructuring of data and their adjustment to a growth curve. The estimated growth parameters for females, males and grouped sexes, were:  $L_{\infty} = 237; 230; 200$  mm and  $k = 1.4; 1.4$  y  $1.3$  year<sup>-1</sup>, respectively. The natural mortality (M) was determined through three methods, while total mortality was estimated from the linearized catch curve and the fishing mortality by subtracting (F). The highest value for M was 2.4 year<sup>-1</sup> in males; whereas average fishing mortality (F) was 1.6. Results indicate that *F. notialis* recruits into the artisanal fishery at approximately 5 month old, with a total length higher than 80 mm, and remains in it for 20 months when it reaches a total length of 230 mm. The values of F are higher than those observed in highly exploited populations, which would suggest that the fishing of the pink shrimp has reached its highest level in terms of economic rent.

**Key words:** *Farfantepenaeus notialis*, growth, mortality, fishery.

Recibido: 06/07/15 Aprobado: 16/01/16

## INTRODUCCIÓN

La pesca de camarones constituye una actividad económica importante en los países ribereños de las aguas intertropicales, tal como es el caso de Venezuela. La explotación de este recurso en la zona intertropical es una actividad muy antigua. Tradicionalmente explotados por la pesca artesanal de numerosos países (México, Senegal, Benín, India, entre otros), los camarones han tenido que soportar, desde principios de la década de los cincuenta, un enorme incremento de la explotación debido al desarrollo de una pesca industrial más perfeccionada y especializada (García y Le Reste, 1986). Los métodos utilizados para la extracción de este rubro pesquero se pueden dividir en: sistemas industriales y artesanales; el primero se realiza con un nivel superior de tecnología, embarcaciones de acero con gran calado, sistemas de pesca operados hidráulicamente y equipos de navegación modernos.

Por el contrario, el sistema artesanal de arrastre utiliza equipos, métodos y artes sencillas, donde la operación manual de los artes de pesca es fundamental, obteniéndose pequeñas capturas destinadas al sustento familiar y a operaciones comerciales de menor escala (Novoa *et al.*, 1998). Cabe destacar, que la pesca industrial de arrastre en Venezuela suspendió sus actividades debido a la promulgación de su cierre, enmarcado en la Ley de Pesca y Acuicultura del año 2008 (Venezuela, 2008).

El camarón rosado, *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967), es un decápodo que se localiza en zonas intertropicales y subtropicales del Atlántico. Se distribuye naturalmente en el Atlántico occidental: desde Cuba a las Islas Vírgenes, a lo largo de las costas caribeñas de Centro y Sur América, y hacia el sur desde Yucatán hasta Río de Janeiro, al sur de Brasil. En el Atlántico oriental se le encuentra distribuido a lo largo de la costa oeste de África, desde Mauritania hasta Angola (Rodríguez, 1980; Pérez-Farfante, 1988; Galindo-Bect *et al.*, 2000).

Los organismos habitan a profundidades entre 3 y 700 m, con una mayor abundancia desde los 10 a los 75 m. Para esta especie se reportan tallas máximas de 175 mm de longitud total en los machos y 200 mm en las hembras (Pérez-Farfante, 1988; Cervantes-Hernández *et al.*, 2006).

Uno de los mayores problemas que enfrenta la actividad pesquera del camarón es el uso de artes pocos selectivos para la extracción del recurso de interés, causando un alto impacto en el medio marino (Marcano y Alió, 2000). En el año 2009 el Gobierno de Venezuela tomó la decisión de eliminar la actividad de pesca industrial de arrastre. Por lo que la flota dejó de aportar un porcentaje importante del camarón y especies marinas comercializadas en el país. A partir de esta decisión, algunos pescadores cesantes de esta actividad se organizaron en la costa norte de la Península de Araya y comenzaron a extraer camarón de forma no regulada por el Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA) en las zonas donde antes operaba ilegalmente la flota arrastrera industrial.

Desde el año 2008, cuando se iniciaron las actividades de pesca artesanal de camarones en la zona, no se llevan registros efectivos de información del sistema de explotación pesquera realizado con redes de arrastre artesanal, conocida también como red chica, como tampoco del inventario de los recursos demersales, los parámetros biológicos y poblacionales del camarón rosado.

Por otro lado, la revisión bibliográfica evidencia que no se han realizado evaluaciones biológicas, pesqueras y económicas sobre la población del camarón rosado, *Farfantepenaeus notialis*, extraído en aguas venezolanas. Es de señalar que, investigaciones recientes (Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2002; Enrique-Giménez *et al.*, 2011; Paramo *et al.*, 2014) realizadas en aguas cubanas indican que la especie sufre sobreexplotación debido al alto impacto de las pesquerías. En Venezuela, esta especie es actualmente capturada, exclusivamente, por la flota artesanal que opera desde Taguapire, en la costa norte de la península de Araya, lo cual representa una oportunidad especial para el estudio de su dinámica poblacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio y flota pesquera

La costa norte de la Península de Araya se extiende desde Punta Araya (10°34'N y 64°15'O) hasta Chacopata (10°39'N y 63°47'O) en el

estado Sucre, Venezuela. Las aguas marinas superficiales de la zona presentan un patrón que reflejan estacionalidad, tanto en la temperatura como en la salinidad. La temperatura mínima (25,4°C) suela registrarse durante el primer trimestre del año y la máxima (29,5°C) durante junio y el bimestre de septiembre-octubre. La salinidad más alta en la zona es de 39,9 durante los meses de enero y abril (época seca) y desciende a 36 durante la época de lluvia (mayo a diciembre). El área posee una profundidad promedio de 30 m y máxima de 75 m. El sustrato varía desde areno-fangoso hasta rocoso, siendo un área importante para la actividad pesquera, ya que constituye una zona de afloramiento, resultante de la intensidad de los vientos alisios provenientes del noreste; recibe además el aporte de los grandes ríos que descargan en la región Atlántica del país, así como el de las escorrentías de la Península de Araya (Müller-Karger *et al.*, 1989; Aparicio-Castro, 1994).

La población de Taguapire (10°66'N y 63°96'O) se tomó como centro de operaciones para el desarrollo de la presente investigación, ya que la flota artesanal camaronera realiza sus actividades desde este puerto base. Dicha flota está compuesta por 70 embarcaciones tipo peñero, construidas de madera o fibra de vidrio, con esloras de 7 a 9 m y son propulsadas por 1 o 2 motores de 48 a 75 hp.

Se realizaron muestreos mensuales a bordo de embarcaciones de pesca locales, desde abril de 2012 hasta marzo de 2013, frente a las costas de la Península de Araya, entre las localidades de Taguapire y Caimancito (Figura 1). Los camarones desembarcados por la flota arrastrera artesanal se identificaron según Rodríguez (1980). Los ejemplares del camarón *F. notialis* fueron separados por sexo, para luego medir la longitud total de cada organismo, en milímetros, medida desde la punta del rostro hasta la punta del telson con un ictiómetro de 0,1 mm de precisión. La descarga total mensual de la flota se obtuvo de los cuatros compradores de camarón instalados en la localidad.

### Parámetros poblacionales

La proporción sexual poblacional, se comparó respecto a la proporción esperada de 1:1, usando el estadístico Chi-cuadrado,

considerando las siguientes hipótesis; a)  $H_0$ : la proporción de machos y hembras es igual a 1, si el  $\chi^2$  calculado es menor al valor tabulado; b) la proporción de machos y hembras es diferente a 1, si el  $\chi^2$  calculado es mayor al valor tabulado. Para el cálculo de  $\chi^2$  en la comprobación de las hipótesis anteriores, se aplicó la siguiente fórmula corregida por Yates (Zar, 1996).

$$\chi^2 = \frac{(f1i - f2i)^2}{Ni}$$

donde,  $f1i$  es la frecuencia de machos en el mes  $i$ ;  $f2i$  es la frecuencia de hembras en el mes  $i$  y  $Ni$  es la frecuencia de machos y hembras en el mes  $i$ . Se trabajó con un nivel de significancia del 95% ( $\chi^2$  tabulado = 3,841).

El cálculo de la longitud asintótica ( $L_\infty$ ) y la tasa de crecimiento anual ( $k$ ), por sexos separados, se utilizaron las relaciones de Gulland y Holt (1959) y Fabens (1965). Para determinar el ajuste de los valores de los parámetros de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy, se realizó el análisis de superficie de respuesta mediante la reestructuración de los datos y su ajuste a una curva de crecimiento (Sparre y Venema, 1995). Con la ayuda de la rutina ELEFAN I, incluida en FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2005), se incorporaron los valores anteriormente calculados, a partir de las distribuciones de frecuencia de longitud total, en forma de intervalos de  $L_\infty$  y  $k$ , hasta obtener el mejor ajuste ( $R_n$ ) que correspondió al mayor valor de la relación SMEP/SME (suma de máximos explicados/suma de máximos disponibles).

Se estimó el índice de crecimiento estándar  $\Phi'$  (Pauly y Munro, 1984) como criterio para comparar las diferentes estimaciones de crecimiento de *F. notialis* y se establecieron comparaciones con datos de  $\Phi'$  para especies del mismo género, basados en la ecuación:

$$\Phi' = \log k + 2 * \log L_\infty.$$

Para obtener un valor de la mortalidad natural ( $M$ ) se usaron tres procedimientos. En primer lugar, la fórmula empírica de Pauly (1980):

$$\log M = -0.0066 - 0,27 \log L_\infty + 0.6543 \log k + 0.463 \log T,$$

Siendo  $T$ : la temperatura media del agua de mar superficial.

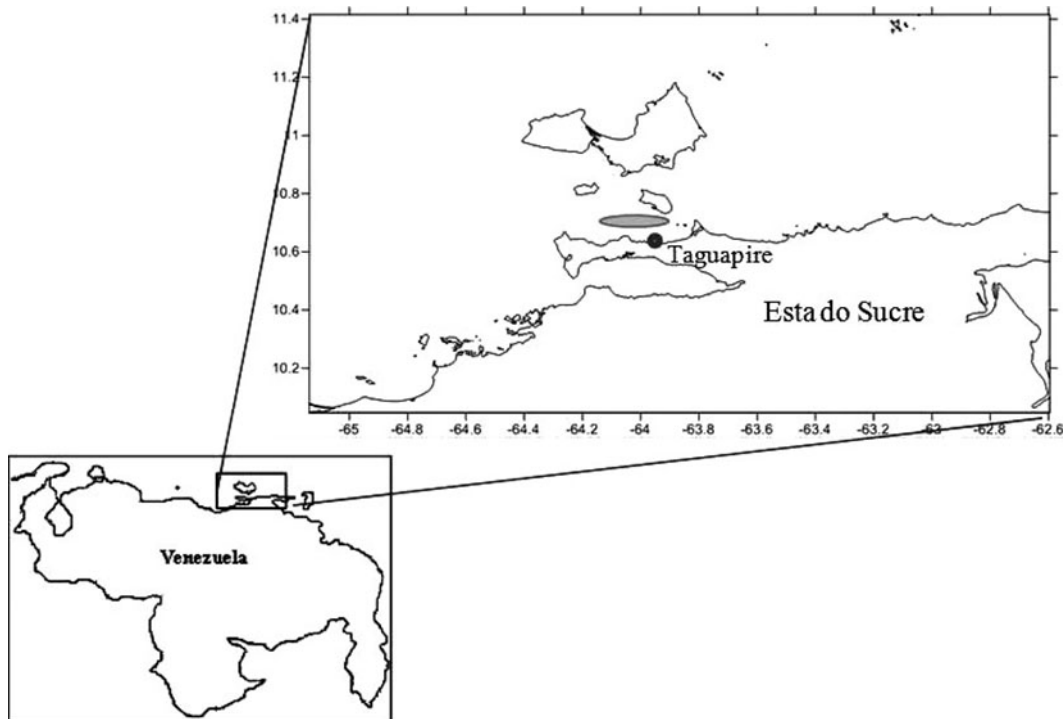


Figura 1. Zona de pesca de la flota arrastrera artesanal camaronera que opera en la costa norte de la Península de Araya.

Adicionalmente, se emplearon los métodos de Alagaraja (1984) y Rikhter y Efanov (1976) para estimar la  $M$  según:

Alagaraja (1984):

$$M = [-\ln(0,01)]/\lambda$$

donde  $\lambda$  es la longevidad de la especie, estimada según la Ecuación de Pauly *et al.* (1984).

De acuerdo a Rikhter y Efanov (1976):

$$M = [1,521/(T_m^{0,72})]$$

donde;  $T_m$  es la edad a la cual el 50% de la población ha alcanzado la madurez sexual. Para estimar  $T_m$  se utilizaron longitudes de maduración masiva calculadas en investigaciones anteriores.

La mortalidad total ( $Z$ ) se estimó mediante el método de la curva de captura linealizada basada en los datos de composición de tallas. Para esto utilizó la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para convertir la longitud en edad, donde:

$$\frac{\ln [C(L1, L2)]}{2\Delta t(L1, L2)} = C - Z * \frac{[L1 + L2]}{2}$$

De los resultados de las estimaciones de mortalidad explicados anteriormente, se calculó el valor de mortalidad por pesca ( $F$ ) mediante la relación:

$$F = Z - M$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ejemplares analizados durante el estudio mostraron una dominancia significativa de las hembras, exceptuando el mes de enero, cuando la proporción entre machos y hembras fue de 1:1. De los 6.201 individuos recolectados, 3.688 fueron hembras (59,47%) y 2.513 fueron machos (40,53%), con una proporción sexual global hembra:macho de 1,2:1; que se desvía significativamente de la proporción esperada (el valor del  $\chi^2 = 295,46$ ;  $P > 0,001$ ). La mayor proporción de hembras se observó en el mes de agosto (1,4 hembra: 0,6 macho), pudiendo estar asociado a un patrón de reproducción en esa época del año.

El intervalo de tallas osciló entre 90 y 200 mm Lt para los machos, y entre 90 y 230 mm para

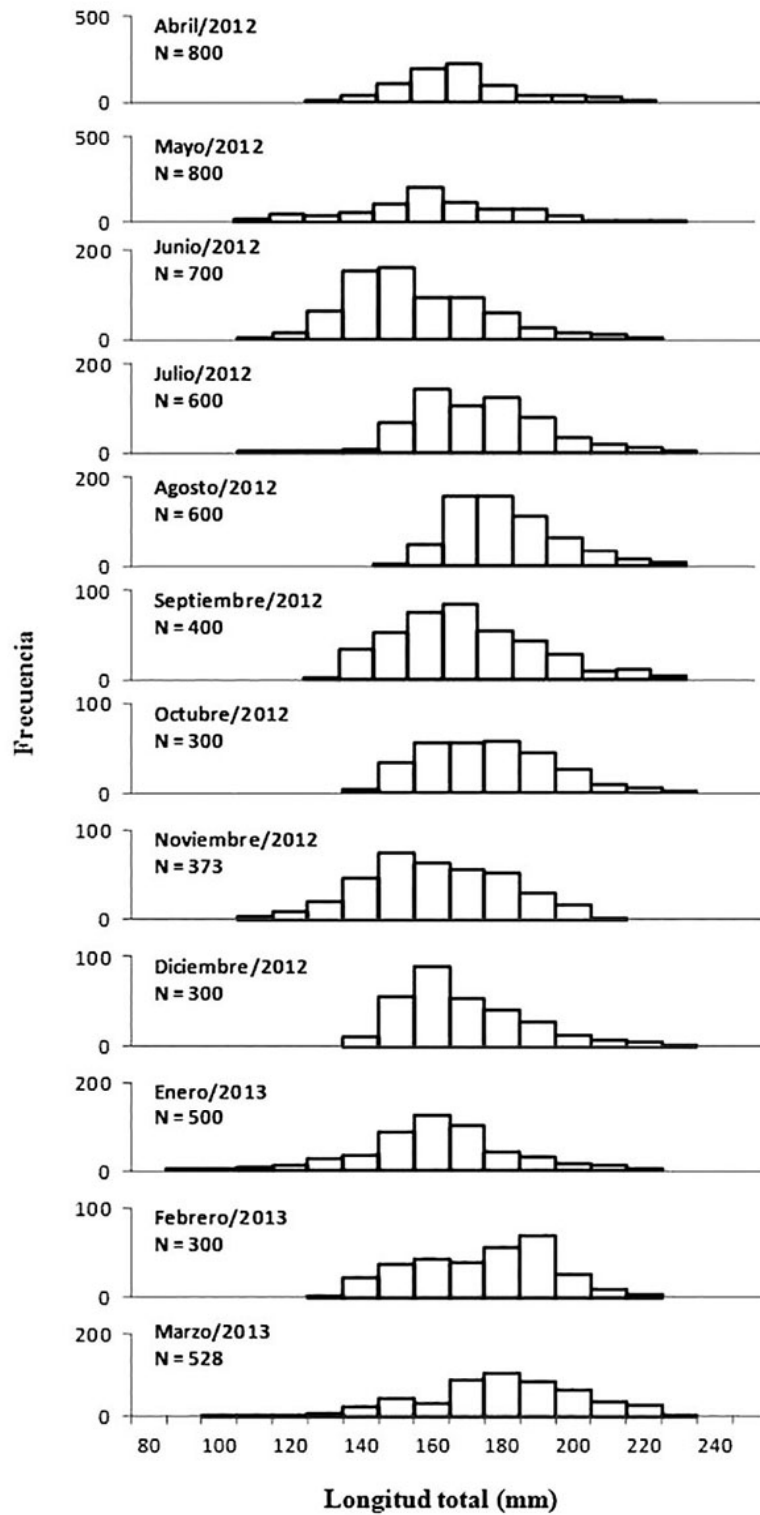


Figura 2. Histogramas de frecuencia de tallas mensuales de ejemplares de *Farfantepenaeus notialis* muestreados en la costa norte de la Península de Araya entre abril/2012 y marzo/2013.

las hembras. En la Figura 2 se muestran los histogramas de frecuencia de tallas mensuales. En la mayoría de los meses se evidenciaron como mínimo 2 cohortes, en las cuales se puede observar la entrada de nuevos reclutas al área de pesca, una muy marcada a mediados de año (junio) y otra más leve a final del periodo estudiado (noviembre). También se pudo constatar que la pesquería ejerce sus mayores capturas sobre individuos adultos, pues el mayor número de organismos capturados estuvo en el intervalo de tallas 150 a 180 mm de Lt. El seguimiento de las modas mensuales revela que existen dos reclutamientos al año, el primero ocurre al inicio del año y el segundo a finales de año. Este patrón de reclutamiento es similar para la mayoría de las especies de la familia Peneidea.

La estimación de los parámetros y curvas de crecimiento de *F. notialis*, para hembras, machos y sexos agrupados, se basó en los mejores ajustes encontrados por el programa FISAT II (Figura 3). Para sexos agrupados, hembras y machos de la población de *F. notialis* los parámetros de crecimiento estimados a través de Gulland y Holt fue:  $L_{\infty}$  220 mm, 204 mm y 190 mm, respectivamente. El valor de  $k$  para sexos agrupados, hembras y machos fue de  $1,6 \text{ año}^{-1}$ ,  $1,8 \text{ año}^{-1}$  y  $1,2 \text{ año}^{-1}$ , respectivamente.

Usando la rutina Elefan I, se incorporaron los valores anteriormente calculados, a partir de las distribuciones de frecuencia de longitud total, en forma de intervalos de  $L_{\infty}$  y  $k$ , hasta obtener el mejor ajuste (Rn). Los análisis revelaron un  $L_{\infty} = 237 \text{ mm}$  y  $k = 1,4 \text{ año}^{-1}$  para sexos agrupados. Los parámetros  $L_{\infty}$  y  $k$  para hembras y machos, respectivamente, fueron  $L_{\infty} = 230 \text{ mm}$  y  $200 \text{ mm}$  y  $k = 1,4 \text{ año}^{-1}$  y  $1,3 \text{ año}^{-1}$ . Estos últimos valores se usaron para realizar las estimaciones de mortalidad natural. (Cuadro 1).

Los resultados de las comparaciones de los parámetros de crecimiento del *F. notialis* en la costa norte de la Península de Araya, usando el valor de phi prima ( $\Phi'$ ) con los reportados para la misma especie y otros especies de camarones peneidos en diferentes zonas del mundo, demostró que los valores del  $\Phi'$  por sexos combinados, hembras y machos ( $4,9$ ;  $4,5$ ;  $4,6 \text{ año}^{-1}$ , respectivamente) encajan perfectamente dentro del intervalo de valores encontrados para otras especies de peneidos (Cuadro 2). El coeficiente de variación (CV) phi prima ( $\Phi'$ ) obtenido en el presente estudio ( $2,30\%$ ) entre especies y sexo fue menor al  $4\%$ , lo cual indica que no hay diferencias entre los parámetros de crecimiento de las especies que conforman la familia Peneidae.

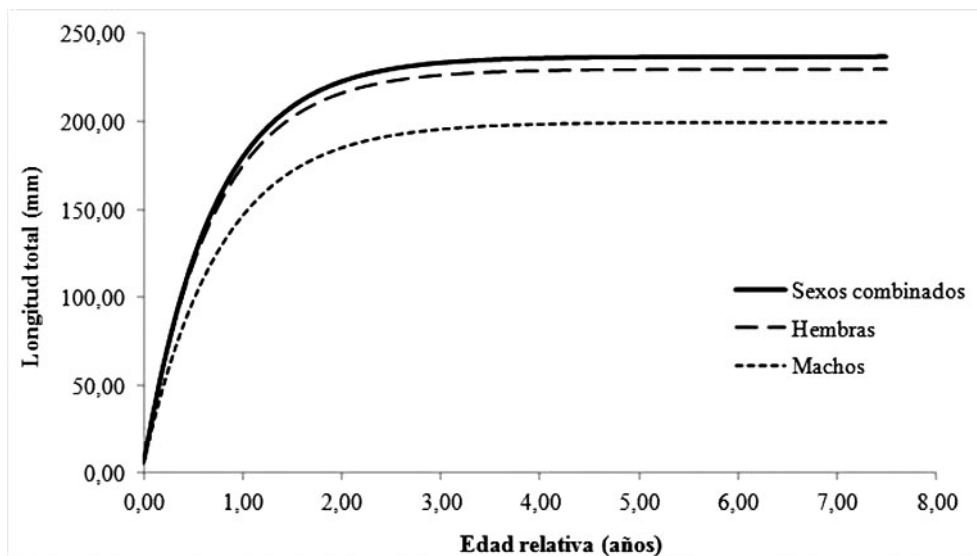


Figura 3. Curvas del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para sexo combinados y separados de *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya.

Cuadro 1. Valores estimados de los parámetros de crecimiento  $L_{\infty}$  y  $k$  para el camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*, proveniente de la pesca artesanal de la costa norte de la Península de Araya.

Sexo	Método	$L_{\infty}$ (mm)	$k$ (anual)
Combinados	GULLAND Y HOLT	220	1,6
	Rn	237	1,4
Hembras	GULLAND Y HOLT	204	1,8
	Rn	230	1,4
Machos	GULLAND Y HOLT	190	1,2
	Rn	200	1,3

Rn = Utilizado para el cálculo de la ecuación de crecimiento y la mortalidad.

Cuadro 2. Comparación del coeficiente de variación (CV) del phi prima ( $\Phi'$ ) de *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya y de otras especies de la misma familia encontradas en la literatura.

Especie	$L_{\infty}$ (mm)	K (anual)	$\Phi'$	Fuente
<i>F. notialis</i> (combinados)	237	1,4	4,9	Presente estudio
<i>F. notialis</i> (Hembras)	210	0,8	4,5	Presente estudio
<i>F. notialis</i> (Machos)	185	1,3	4,6	Presente estudio
<i>F. notialis</i>	150	3	6,3	Perez <i>et al.</i> (1984)
<i>Litopenaeus schmitti</i>	214	1,5	4,8	Andrade (1996)
<i>Litopenaeus setiferus</i>	214	1,1	4,7	Klima (1974)
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	194	1	4,6	Parrack (1979)
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	220	1,9	4,9	Castro y Arreguín (1991)
<i>Farfantepenaeus subtilis</i>	220	1,1	4,7	Isaac <i>et al.</i> (1992)
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	248	1,1	4,8	D'Incao (1984)
<i>Farfantepenaeus duorarum</i>	176	1,3	4,6	Iversen <i>et al.</i> (1960)
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	205	1,8	4,9	Palacios <i>et al.</i> (1993)
<i>Penaeus semisulcatus</i>	271	1,6	4,7	Villarta <i>et al.</i> (2006)

X = 4,72; S = 0,11; CV = 2,30.

La tasa anual de mortalidad natural (M) se calculó a partir de los parámetros de crecimiento mencionados anteriormente. El valor de M anual según el método de Pauly (1980) fue de 1,2 año<sup>-1</sup> tanto para sexos agrupados como para hembras y machos. Asimismo, estas tasas de mortalidad natural resultaron ligeramente inferiores a las obtenidas por el método de Alagaraja (1984), cuyos valores son 2,2; 1,2 y 2 para sexos agrupados, hembras y machos, respectivamente.

Por último, los valores de M calculados a partir del método de Rikhter y Efanov (1976) fueron los más altos 2,2 año<sup>-1</sup> para los sexos agrupados, 2,1 año<sup>-1</sup> para las hembras, y 2,4 año<sup>-1</sup> para los machos. Estos valores presentaron ligeras variaciones en función del sexo (Cuadro 3).

Los valores de la mortalidad total estimados para machos, hembras y sexos agrupados se pueden observar en la Figura 4. En cada caso se usaron los parámetros de crecimiento previamente determinados para cada grupo de organismo. Las mortalidades estimadas fueron 4,1; 3,0 y 3,2 año<sup>-1</sup> para sexos agrupados, hembras y machos respectivamente. En cuanto a la mortalidad por pesca, los valores para machos, hembras y sexos agrupados, fueron de 1,1; 1,6 y 2,1 año<sup>-1</sup>, respectivamente. Se observó un valor mayor en las hembras, posiblemente asociado a su mayor tamaño, que incrementa la posibilidad de ser capturados por la redes camaroneras.

Las especies del género *Farfantepenaeus*, entre estas *F. notialis*, tienen un crecimiento muy rápido y una vida corta (García y Le Reste,

1986; Isaac *et al.*, 1992). En estos organismos, a nivel individual, el crecimiento es discontinuo y se produce en el período de muda. Por ello la curva de crecimiento individual tiene forma de escalera. Sin embargo, a nivel poblacional, debido a la falta de sincronismo entre las mudas de los individuos y a la alta frecuencia de mudas por año, se eliminan las escaleras de la curva de crecimiento general, por cual, un modelo continuo como el de von Bertalanffy utilizado en el presente trabajo, permite una buena estimación de los parámetros de crecimiento en estas especies (García *et al.*, 1989).

Los análisis fueron hechos por sexos separados, ya que ha sido suficientemente comprobada la existencia de diferenciación sexual en el patrón de crecimiento, con el objetivo de comparar los resultados y fundamentalmente de obtener parámetros medios para la población. García y Le Reste (1986) señalaron, que la relación de sexos varía con la talla, siendo las hembras más grandes que los machos y más numerosas en las clases de longitudes superiores. El camarón rosado *F. notialis* presentó un crecimiento diferencial entre sexos. El análisis de la curva de crecimiento mostró valores más altos de L<sup>∞</sup> en las hembras, lo cual es consistente con la presencia de mayores tamaños asociados a estas en las capturas, especialmente a partir de los 170 mm de Lt. Este comportamiento es comparable con otros estimados para poblaciones naturales de la misma y de otras especies de la familia Peneidea (Ye *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Estimaciones de mortalidad natural (M), por pesca (F) y total (Z) del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*, proveniente de la pesca artesanal de la costa norte de la Península de Araya.

Mortalidad	combinados	Hembra	Macho	Método
<b>M</b>	1,2	1,2	1,2	<b>Pauly</b>
<b>M</b>	2,2	1,2	2,0	<b>Alagaraja</b>
<b>M</b>	2,2	2,1	2,4	<b>Rikhter y Efanov</b>
<b>Z</b>	4,1	3,0	3,0	<b>Curva de captura*</b>
<b>F</b>	2,1	1,6	1,1	<b>F = Z – M</b>

\*Ver figura 4.



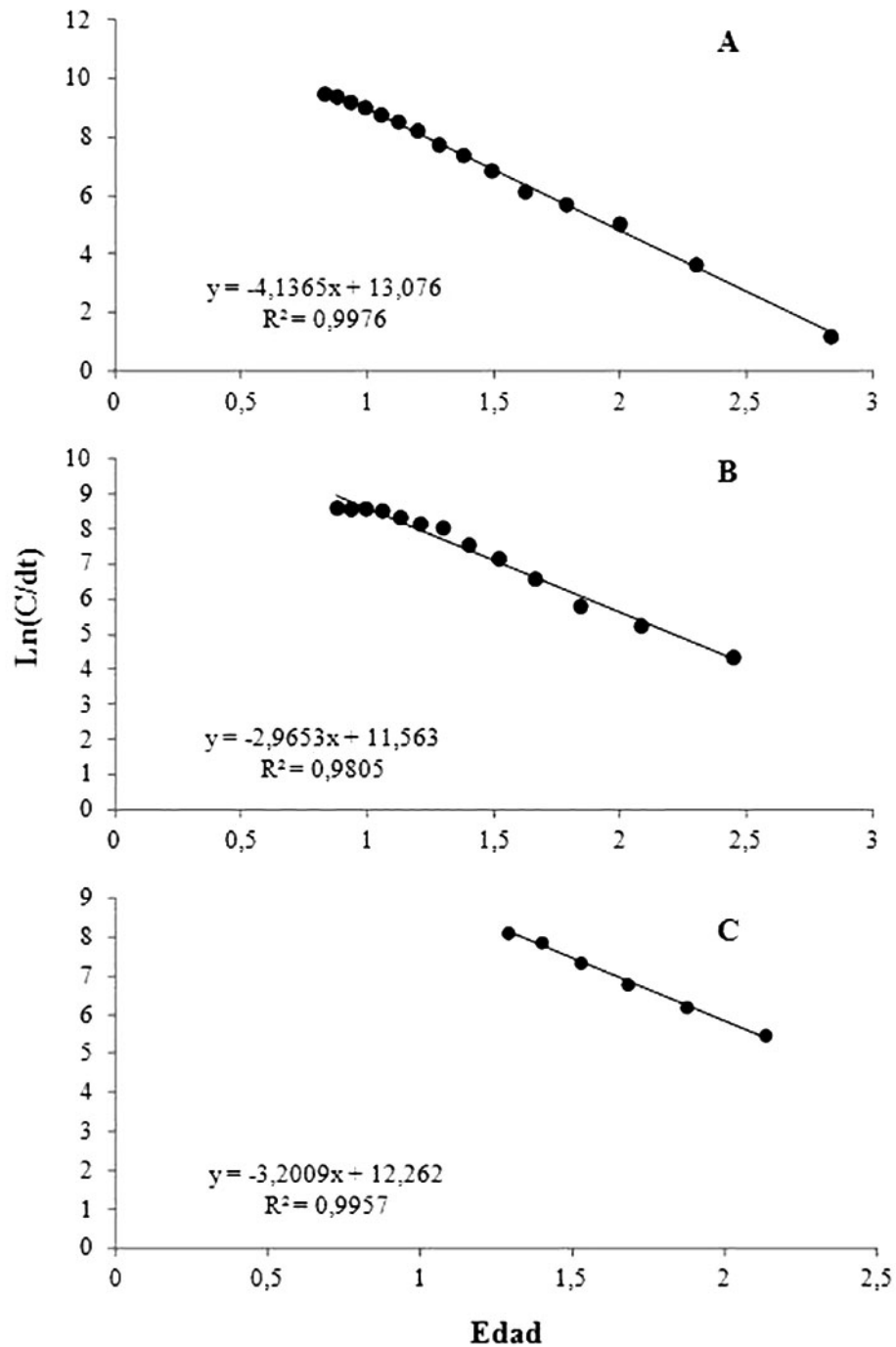


Figura 4. Estimación de la mortalidad total (Z) a través de la curva de captura linealizada para *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya. A, sexos combinados; B, hembras; C, machos.

Asimismo, como el parámetro de curvatura también fue menor en los machos, se observa una distribución diferencial de tallas ligada a la edad. Sin embargo, para la aplicación de medidas de manejo, los machos y las hembras capturados conjuntamente son considerados por término medio de la misma edad, y se puede pasar simplemente de la clave edad-talla de las hembras a la de los machos (D'Incao, 1991; Andrade y Stotz, 1999). Los parámetros de crecimiento estimados para el total de la población de *F. notialis* (sexos agrupados) son bastante similares a los obtenidos para las hembras, probablemente debido a la dominancia numérica de éstas.

La confiabilidad de los parámetros de crecimiento estimados se calculó en base a la comparación con otros estudios de crecimiento de la misma especie o especies análogas de la misma familia (Sparre y Venema, 1995). En esta ocasión se utilizó el modelo matemático del Phi prima ( $\Phi'$ ), cuya expresión sugiere valores similares para las especies cercanas taxonómicamente. Los valores de  $\Phi'$  en este estudio mostraron un promedio de 4,6. Valores similares reportó Parrack (1979), en el Golfo de México para la especie *F. aztecus*; mientras que para el Lago de Maracaibo, Andrade (1996), reportó una  $\Phi'$  de 4,9 para *Litopenaeus schmitti*. En cuanto a *F. notialis*, Pérez *et al.* (1984), reportó una  $\Phi'$  de 6,3. Este resultado es distinto a los obtenidos en este estudio y pudiera estar relacionado con el uso de diferentes medidas de longitud total, así como por, la representación incompleta de la población (Andrade y Stotz, 1999; Sangroni, 2001).

D'Incao (1990), señaló que como los peneidos, en general, son especies altamente migratorias, la disminución del número de individuos en función de la edad es el resultado de los efectos de la mortalidad natural, mortalidad por pesca y migración. La mortalidad natural es aquella producida por cualquier causa diferente de la pesca, como la depredación, canibalismo, enfermedades, estrés del desove, inanición y vejez, por lo que es un parámetro extremadamente crítico en los estudios de dinámica poblacional, principalmente porque es muy difícil de obtener por mediciones directas. Por lo tanto, todo método aplicable es válido para efectos de comparación (Isaac *et al.*, 1992;

Sparre y Venema, 1995). En estas especies debe aceptarse la incertidumbre en la estimación de la tasa de mortalidad natural y utilizar intervalos de valores razonables para su uso en modelos de evaluación de stock, particularmente cuando estos son usados con fines predictivos y de manejo (Ramírez-Rodríguez y Arreguin-Sánchez, 2003).

Los métodos utilizados para estimar M dieron valores con un amplio intervalo de variación. García (1983), revisando los valores de M de varias especies de camarones de la familia Penaeidae, llega a un valor medio de 2,4 por año, con una desviación estándar de 0,3. De acuerdo con esto y a las tasas de mortalidad natural encontradas en la literatura, se puede suponer que la estimación de la mortalidad natural obtenida en este estudio para *F. notialis*, es bastante aceptada. Resultados similares reportaron Ramos-Cruz *et al.* (2006), quienes estimaron la mortalidad natural en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el Golfo de Tehuantepec, México.

Las estimaciones indicaron un valor de  $M = 2,40 \text{ año}^{-1}$  para el camarón blanco y  $M = 2,64 \text{ año}^{-1}$  para el camarón café. Enrique-Giménez *et al.* (2011), estimaron la mortalidad natural del *F. notialis* en el Golfo de Ana María, Cuba, reportando un valor anual de  $3,96 \text{ año}^{-1}$ , siendo este valor mayor al reportado en el presente estudio. La amplia variación que arrojaron las estimaciones de M y las posibles diferencias entre los resultados confirman el grado de incertidumbre que puede estar asociado a este parámetro, por lo cual se considera conveniente utilizar diferentes métodos para su cálculo, para cotejar cuál de las estimaciones se ajustan mejor a los resultados descritos.

Con respecto a la mortalidad total (Z) para *F. notialis* en la presente investigación, los valores se ubicaron por debajo de los citados por Pauly *et al.* (1984) para dos stock de *Litopenaeus setiferus*, explotados fuertemente por la pesquería industrial en los estados de Texas y Florida en los Estados Unidos de América. En el primero los valores de Z fueron de 5,43 y 6,71  $\text{año}^{-1}$  para hembras y machos, respectivamente. En el segundo caso el valor de Z en sexos agrupados fue de  $7,07 \text{ año}^{-1}$ . Ixquiac *et al.* (2008)

evaluaron el estado de explotación del *F. notialis* en la Bahía de Amatique Izabal, Guatemala, reportando un estimado de mortalidad total 6,73 año<sup>-1</sup>.

Los dos sexos presentaron diferencias en los valores de Z, debido posiblemente, a las diferencias observadas en los parámetros de crecimiento, las abundancias relativas con la edad, migraciones y comportamiento (Sumiomo, 1988). De esta forma, las hembras pueden ser más vulnerables a la pesquería que los machos de la misma edad o pueden existir diferencias en la mortalidad natural (Isaac *et al.*, 1992). Estos valores difieren ampliamente de los reportados en esta investigación, lo cual posiblemente esté asociado a la alta explotación del recurso en la zona de estudio. La pesca del camarón rosado en la costa norte de la Península de Araya está en pleno inicio, los organismos capturados están en fase adulta, existen indicadores de que la mortalidad natural decrece con la edad, ya que a medida que los organismos tienen mayor tamaño, son menos vulnerables a muchos depredadores.

Leiter y Petrere (2006), estimaron la mortalidad por pesca (F) de los camarones peneidos *F. brasiliensis* y *F. paulensis* en el suroeste de Brasil, encontrando valores de 4,7 y 6,8 año<sup>-1</sup>, respectivamente. Los valores estimados de F para *F. notialis* en el presente estudio fueron menores al compararlos con los descritos anteriormente. En ambas investigaciones los resultados se encontraron por encima del valor medio (F = 1,6 año<sup>-1</sup>) reportado por García (1985) para poblaciones altamente explotadas. Cuando se aplican variaciones en el esfuerzo de pesca desde cero hasta un incremento del 100% (Leiter y Petrere, 2006), los modelos indican que un aumento en el esfuerzo hizo que la mortalidad por pesca aumentara. Estos resultados pudiesen demostrar que cualquier aumento en el esfuerzo de pesca podría conducir a un aumento en la proporción de individuos más pequeños en las capturas y, por tanto, a pérdidas económicas para las pesquerías.

## CONCLUSIONES

El camarón rosado, *F. notialis*, capturado en la costa norte de la península de Araya, presentó un crecimiento diferencial entre sexos. La

mortalidad natural fue mayor en los machos, lo cual puede explicar su menor presencia y desaparición temprana de la población. Debido a las diferencias en los parámetros poblacionales de la especie, estos deben ser discriminados por sexo e introducidos en los modelos de evaluación de stock para obtener estimaciones más precisas.

La mortalidad por pesca presentó valores menores a los citados en la literatura, pero por encima del valor medio para poblaciones altamente explotadas, posiblemente por la fuerte explotación pesquera indicada por el valor de F, aunado al hecho de que el área de pesca es reducida en términos de espacio, lo cual permite señalar que la pesquería artesanal de camarones en la zona se encuentra en el punto más alto en términos de explotación.

## LITERATURA CITADA

- Alagaraja, K. 1984. Simple method for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal of Fisheries*. 31: 177-208.
- Andrade, G. y W. Stotz. 1999. Crecimiento y mortalidad del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 17(1): 63-89.
- Andrade, G. 1996. Análisis de la pesquería del camarón blanco, *Penaeus schmitti* (Burkenroad 1936), en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Trab. Grad. M. Sc. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 105 p.
- Aparicio-Castro, R. 1994. Estudio hidrodinámico y meteorológico de la costa de Jose. Informe Técnico. BITOR-PDVSA. 298 p.
- Cervantes-Hernández, P., S. Ramos-Cruz y A. Gracia. 2006. Evaluación del estado de la pesquería de camarón en el Golfo de Tehuantepec. *Hidrobiológica*. 16(3): 233-239.
- D'incao, F. 1990. Mortalidade de *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), no estuario da Lagoas Dos

- Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Penaeidae). *Atlântica*. 12(2): 31-51.
- D'incao, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*. 13(1): 159-169.
- Enrique-Giménez, G., S. Alfonso y O. Gil. 2011. Estimación de la tasa de mortalidad natural y por pesca de *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967) en el período 1995-2009 del Golfo de Ana María, Cuba. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 45(3): 287-298.
- Fabens, A. 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*. 29: 265-289.
- Galindo-Bect, M., E. Glenn, H. Page, K. Fitzimmons, L. Galindo-Bect, J. Hernández-Ayón, R. Petty, J. García-Hernández and D. Moore. 2000. Penaeid shrimp landing in the Upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fishery Bulletin*. 98: 222-225.
- García, S. 1983. The stock-recruitment relationship in penaeid shrimp: reality of artefacts and misinterpretations? *Tropical Oceanography*. 18: 25-48.
- García, S. 1985. Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations, 139-158. En: Isaac, V., J. Días Neto y F. Damasceno. 1992. *Camarao-Rosa da Costa Norte: Biología, Dinámica e Administracao Pesqueira*. Colecao Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca. (1): 1-191.
- García, S., E. Lebrun et M. Lemoine. 1989. Le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyanne Française. *Rapp. Tech. ISTPM*. 9: 43 p.
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO Documento Técnico de Pesca N° 203*: 180 p.
- Gayanilo F., P. Sparre and D. Pauly. 2005. *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FITSA II) user's guide*. FAO computerized information series (fisheries). FAO. Roma-Italia. 1.048 p.
- Gulland, J. and J. Holt. 1959. Estimation for growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 25: 47-49.
- Isaac, V., J. Días Neto e F. Damasceno. 1992. *Camarao-Rosa da Costa Norte: Biología, Dinamica e Administracao Pesqueira*. Colecao Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca. (1): 1-191.
- Ixquiác, M., A. Corona, B. García, M. Salazar, C. Tejada, R. Rodas, E. Juárez y C. Hernández. 2008. Evaluación y manejo de las comunidades demersales de la Bahía de Amatique Izabal, Guatemala. Estimación de los impactos pesqueros. Informe Final Universidad de San Carlos de Guatemala. 60 p.
- Leite, N. and M. Petreire. 2006. Stock assessment and fishery management of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1970) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) in Southeastern Brazil (23° to 28° S). *Braz. J. Biol.* 66(1B): 263-277.
- Marcano, L y J. Alió. 2000. La pesca artesanal de arrastre en Venezuela: II. Capturas incidentales. *FONAIAP Divulga*. 65: 1-5.
- Müller-Krager, F., C. Mclain, T. Fisher, W. Esaias and R. Varela. 1989. Pigment distribution in the Caribbean Sea. *Observation from space*. *Progress in Oceanography*. 23: 23-64.
- Novoa, D., J. Mendoza, L. Marcano y J. Cárdenas. 1998. El atlas pesquero marítimo de Venezuela. Editorial CONGEPESCA. Caracas, Venezuela. 197 p.
- Paramo, J., D. Pérez y W. Matthias. 2014. Reproducción del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* (Decapoda: Penaeidae) en el Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 62 (2): 513-521.
- Parrack, M. 1979. Aspects of brown shrimps, *Penaeus aztecus*, growth in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin NOAA/NMFS*. 76:827-837.

- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stock. *J. Cons. CIEM.* 39(2): 175-192.
- Pauly, D., J. Ingles and R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). In Gulland, J. y B. Rothschild (Eds.), *Penaeid shrimps. Their biology and management.* 220-234.
- Pauly, D. and J. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1): 21.
- Pérez, A., R. Puga and J. Rodríguez. 1984. The stock assessment and management of Cuban shrimp stocks. *KISR Technology Report.* 1(1366): 48-119.
- Pérez-Farfante, I. 1967. A new species and two new subspecies of shrimp of the genus *Penaeus* from the western Atlantic. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 80: 83-100.
- Pérez-Farfante, I. 1988. Illustrated key to penaeid shrimp of commerce in the Americas. *Technology Report, NMFS.* 64: 32 p.
- Ramírez-Rodríguez, M. and F. Arreguín-Sánchez. 2002. Life history stage duration and mortality for the pink shrimp *Farfantepenaeus dourarom* (Burkenroad, 1939) in the southern Gulf of Mexico, using the gnomonic model for time division. *Fish. Res.* 60: 45-51.
- Ramos-Cruz, S., B. Sánchez-Meraz, F. Carrasco-Ayuso y P. Cervantes-Hernández. 2006. 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. *Revista de Biología Marina y Oceanografía.* 41(2): 221-229.
- Rickhter, V. and V. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *International Commission for the Northwest Atlantic. Fisheries Research Document* 76/VI/8: 1-12.
- Rodríguez, G. 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. *Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.* Caracas, Venezuela. 494 p.
- Sangronis, C. 2001. Estructura etaria del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* presente en la Ciénaga Los Olivos, Zulia-Venezuela. Tesis Maestría. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela. 84 p.
- Sparre, P. y S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca.* 306: 1.418 p.
- Sumiomo, B. 1988. Estimation of growth and mortality in banana prawn (*Penaeus merguensis*) from the south coast of Java, Indonesia. *FAO. Fish. Rep.* 389: 69-88.
- Venezuela. 2008. Ley de Pesca y Acuicultura. *Gaceta Oficial* N° 5.930. 110 p.
- Ye, Y., J. Bishop, N. Fetta, E. Abdulqader, J. Al-Mohammadi, A. Alsaffar and S. Almatar. 2003. Spatial variation in growth of the green tiger prawn (*Penaeus semisulcatus*) along the coastal water of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain and Qatar. *ICES J. Mar. Sci.* 60(4): 806-817.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical Analysis.* Tercera edición. Editorial Prentice Hall. New Jersey, Estados Unidos de América. 662 p.