

Fecundidad del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de la plataforma continental de Sinaloa, México

Vicente Hernández-Covarrubias,* Horacio Alberto Muñoz-Rubí,*
Juan Madrid-Vera* y Darío Chávez-Herrera*

Se determinó la fecundidad del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la plataforma continental de Sinaloa, México, a partir de muestreos realizados en julio de 2004. Para ello se utilizó el método de Holden y Raitt; además se corroboró el estado de madurez mediante análisis histológico de las gónadas femeninas. Se analizaron 30 organismos maduros sexualmente con un peso de 29.1 g a 77.2 g; se encontró una fecundidad absoluta mínima de 62 684 ovocitos y una máxima de 457 845 ovocitos. Se obtuvo una relación de fecundidad respecto al peso total con la siguiente ecuación: $F = -29\ 354.33 + (Wt) \cdot 4\ 812.58$ y un coeficiente de determinación (r^2) de 0.615. Para la relación entre peso de la gónada y fecundidad, el modelo lineal fue $F = 19\ 223.23 + (Wg) \cdot 63\ 960.15$ con $r^2 = 0.854$ y para la relación longitud total fecundidad fue $F = 0.000708 \cdot (Lt)^{3.739}$ con $r^2 = 0.588$.

Palabras clave: Madurez gonadal, *Litopenaeus vannamei*, fecundidad absoluta.

Fecundity of white shrimp *Litopenaeus vannamei* of the coast of Sinaloa, Mexico

The fecundity of white shrimp *Litopenaeus vannamei* was determined in the area of the continental shelf of Sinaloa, Mexico, from samples taken in July 2004. To determine the fecundity, the Holden & Raitt method was used; the degree of maturity was corroborated by histological analysis. 30 sexually mature organisms were analyzed with weight from 29.1 g to 77.2 g. In the results it was found that the minimum absolute fecundity was 62 684 oocytes and with maximum of 457 845 oocytes. The relationship between fecundity and total weight was fitted by the following equation: $F = -29\ 354.33 + (Wt) \cdot 4\ 812.58$ and a coefficient determination (r^2) of 0.615. The increase in fecundity according to weight of the gonad and total length were modeled by the linear and potential functions $F = 19\ 223.23 + (Wg) \cdot 63\ 960.15$ ($r^2 = 0.854$), and $F = 0.000708 \cdot (Lt)^{3.739}$ ($r^2 = 0.588$), respectively.

Key words: Gonadal maturity, *Litopenaeus vannamei*, absolute fecundity.

Introducción

La pesquería de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Bonne 1931) contribuye con al menos 13% de la producción de camarón capturado por la flota comercial de Sinaloa y al parecer en las capturas se mantiene una tendencia a disminuir, por lo que es necesario conocer la situación de la población y el efecto de la pesca en términos cuantitativos y cualitativos precisos. Por esto es necesario conocer aspectos biológicos básicos para el adecuado estudio de su dinámica poblacional.

Existen trabajos sobre el periodo reproductivo de camarón donde se describe su ciclo

de maduración (Edwards 1978, Mathews 1981, Garduño-Argueta y Calderón-Pérez 1994, López-Martínez *et al.* 2005), en los que se afirma que el camarón blanco presenta un ciclo de madurez gonádica de marzo a octubre con máximos de ocurrencia en junio y julio (Garduño-Argueta y Calderón-Pérez 1994). Sobre fecundidad existen estudios en las poblaciones silvestres de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1874) y camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes 1900) (García-Gómez 1976¹, Mathews 1981, Rodríguez de la Cruz 1981), en donde se determinó que dependiendo del tamaño

* Centro Regional de Investigación Pesquera - Mazatlán. Instituto Nacional de Pesca. Av. Sábalo-Cerritos s/n A.P. 117, Mazatlán, C.P. 82010, Sinaloa, México. videz44@hotmail.com

1. GARCÍA-GÓMEZ M. 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y camarón azul *Penaeus stylirostris* de Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Instituto Nacional de la Pesca. Guaymas Sonora, México, pp: 131-139.

de la hembra, ésta puede producir entre 308 640 ovocitos y 1 268 120 ovocitos en la primera especie y de 207 600 ovocitos a 1 135 550 ovocitos para la segunda. Hernández-Covarrubias *et al.* (2003²), en la zona de ribera de la Bahía Santa María-La Reforma, Sinaloa obtuvieron una fecundidad absoluta para *L. stylirostris* entre 52 842 ovocitos y 622 741 ovocitos. En este trabajo, el objetivo es conocer la cantidad de huevos que se pueden producir en un desove y así ofrecer la primera estimación de fecundidad para poblaciones silvestres de camarón blanco de las costas de Sinaloa, ya que éste es un paso funda-

mental en el conocimiento de la biología reproductiva y en la dinámica de estas poblaciones.

Materiales y métodos

El muestreo se realizó en el crucero de investigación de camarón a bordo del BIP XII, las muestras se recolectaron utilizando redes de arrastre con duración de 60 min a una velocidad promedio de dos nudos durante la temporada de veda en el mes de julio de 2004. Este crucero formó parte del Programa de Cruceros de Investigación que se realizan de forma rutinaria durante el periodo de veda de este recurso.

Se realizaron 34 estaciones de muestreo en el litoral de las zonas centro y norte del estado de Sinaloa, que comprenden desde la desembocadura del río San Lorenzo hasta Punta Ahome entre 24° 20' y 26° 00' N y 106° 50' y 107° 40' O, entre 7 m y 64 m de profundidad. Sólo se encontraron hembras maduras en cuatro estaciones (Fig. 1).

2. HERNÁNDEZ-COVARRUBIAS V, FD Estrada-Navarrete, J Madrid-Vera, SM Abad-Rosales y RM Medina-Guerrero. 2003. Fecundidad del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) de la ribera adyacente a la boca de Baradito de la Bahía Santa María La Reforma, Sinaloa México. 2° Foro de Investigación de Camarón del Pacífico: Evaluación y manejo, 12 al 13 de junio de 2003, Huatulco Oaxaca. Instituto Nacional de la Pesca. 17p.

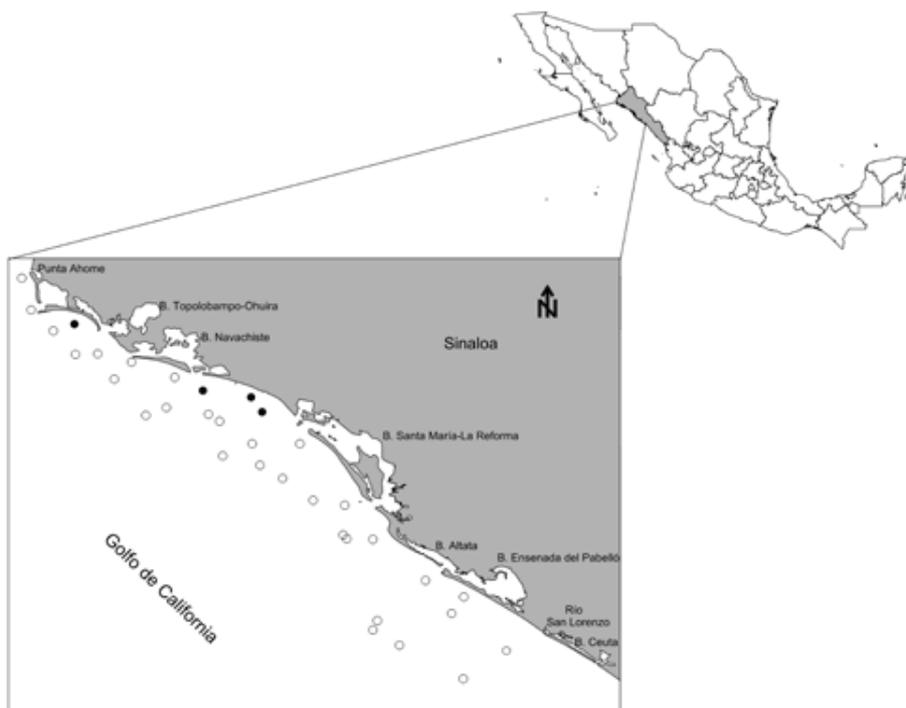


Fig. 1. Localización de las estaciones de muestreo, en la costa de Sinaloa, México. Los puntos negros indican las estaciones positivas de recolecta de hembras maduras.

Se recolectaron 30 hembras y se les identificó el estado de madurez gonádica *in situ* mediante la observación macroscópica; de acuerdo con el criterio descrito por Cárdenas-Figueroa (1950) y modificado por García-Gómez (1976), los organismos fueron fijados en solución Davidson (Bell y Lightner 1988) para un posterior análisis histológico y para el conteo de ovocitos.

En el laboratorio se registraron los datos morfométricos tales como longitud total (de la punta del *rostrum* a la punta del telson), así como el peso total, se les extrajo la gónada y se anotó su peso. El estado de madurez gonádica de las hembras se corroboró por medio de análisis histológico, para ello de cada gónada se obtuvo una muestra de tejido de aproximadamente de 1 cm³, se deshidrató en alcohol etílico, se transparentó con Hemo-De y finalmente se puso en parafina de punto de fusión alto. Más tarde se realizaron los cortes transversales de 7 μm de espesor con un microtomo de rotación manual y el tejido resultante se tiñó con hematoxilina-eosina (Bell y Lightner 1988).

Para el análisis de fecundidad se utilizó el método gravimétrico mediante el conteo de seis submuestras de aproximadamente 0.01 g; el número total de ovocitos en la gónada se obtuvo con la relación de Holden y Raitt (1974) con la siguiente ecuación:

$$F = n \cdot G/g \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

F = fecundidad

n = número de ovocitos en la submuestra

G = peso total de la gónada

g = peso de la muestra

Las relaciones entre fecundidad-peso total y fecundidad-peso gonadal fueron estimadas por regresión lineal con las siguientes ecuaciones:

$$F = a+b \cdot Wt \text{ y } F = a+b \cdot Wg \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

F = fecundidad

Wt = peso total

Wg = peso de la gónada

a y b = constantes

La relación fecundidad-longitud total fue estimada ajustando los datos a un modelo potencial con la siguiente ecuación:

$$F = a \cdot Lt^b \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

F = fecundidad

Lt = longitud total

a y b = constantes

Los parámetros a y b de los modelos fueron estimados al maximizar la función de verosimilitud con la siguiente ecuación (Haddon 2001):

$$\ln L = -\frac{n}{2} [\ln(2\pi) + 2 \ln(\hat{\sigma}) + 1] \quad \text{Ec. (4)}$$

Para la maximización se utilizó la función Solver de Excel, así como el algoritmo de búsqueda directa de Newton (Neter *et al.* 1996).

Resultados

El intervalo de longitud total de los organismos estuvo entre 156 mm y 210 mm, el peso total varió de 29.1 g a 77.2 g y el intervalo del peso de la gónada estuvo entre 0.8 g y 6.3 g. Los resultados de fecundidad absoluta o individual se muestran en la *tabla 1*, el valor mínimo de fecundidad correspondió a una hembra de 158 mm de longitud total, 30.9 g de peso total y 0.79 g de peso gonadal con 62 684 ovocitos. La fecundidad máxima fue de 457 845 ovocitos, correspondiendo a una hembra de 210 mm de longitud total, 77.2 g de peso total y peso gonadal de 6.3 g. La fecundidad total promedio fue de 212 982 ± 83 775 ovocitos por hembra.

La fecundidad se modeló como variable dependiente del peso total, obteniendo un coeficiente de determinación (r^2) de 0.615 con la ecuación

$$F = -29\,354.33 + Wt \cdot 4\,812.58$$

La fecundidad con respecto al peso de la gónada se relacionó mediante la ecuación $F = 19\,223.23 + wg \cdot 63\,960.15$ con $r^2 = 0.615$ y la fecundidad con respecto a la longitud total con la ecuación $F = 0.000708 \cdot (Lt)^{3.739}$ con $r^2 = 0.588$ (Fig. 2).

Tabla 1

Fecundidad absoluta del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* durante julio del 2004, en las costas de Sinaloa, México (n = 30)

Estadísticos	Longitud total (mm)	Peso total (g)	Peso de la gónada (g)	Fecundidad (número de ovocitos)
Mediana	185.0	49.1	2.9	201 575
Promedio	184.5	50.4	3.0	212 982
Desviación estándar	15.0	13.8	1.2	83 775
Mínimo	156.0	29.1	0.8	62 684
Máximo	210.0	77.2	6.3	457 845

En el análisis histológico se observaron cuerpos periféricos que, según King (1948) y Bell y Lightner (1988), constituyen el carácter de madurez (Fig. 3). Las tres porciones de la gónada anterior, media y posterior no presentaron diferencias en sus grados de madurez.

Discusión

Existen pocos estudios sobre fecundidad de las poblaciones silvestres de *L. vannamei*; Medina-Reyna *et al.* (1999) reportaron que las hembras de esta especie en la zona del Golfo de Tehuantepec producen entre 121 000 ovocitos y 243 000 ovocitos, intervalo que está dentro del registrado en el presente trabajo, donde la fecundidad se registró entre 62 684 ovocitos y 457 845 ovocitos. Comparando los resultados obtenidos en este trabajo con los realizados por García-Gómez (1976) y Hernández-Covarrubias *et al.* (2003), quienes obtuvieron una fecundidad de entre 207 600 ovocitos y 1 268 120 ovocitos para *F. californiensis* y de 396 480 ovocitos a 1 135 550 ovocitos para *L. stylirostris*, los valores de fecundidad de este estudio también se encuentran en el intervalo antes señalado, aunque con valores de fecundidad más bajos de lo registrado por estos autores en otras especies de camarones del Pacífico. En condiciones de cautiverio, la fecundidad de *L. vannamei* está entre 100 000 y 220 000 ovocitos (Guerra *et al.* 2010), intervalo por debajo del registrado en camarones silvestres.

La relación fecundidad con las variables independientes (peso y longitud) fue de modelos

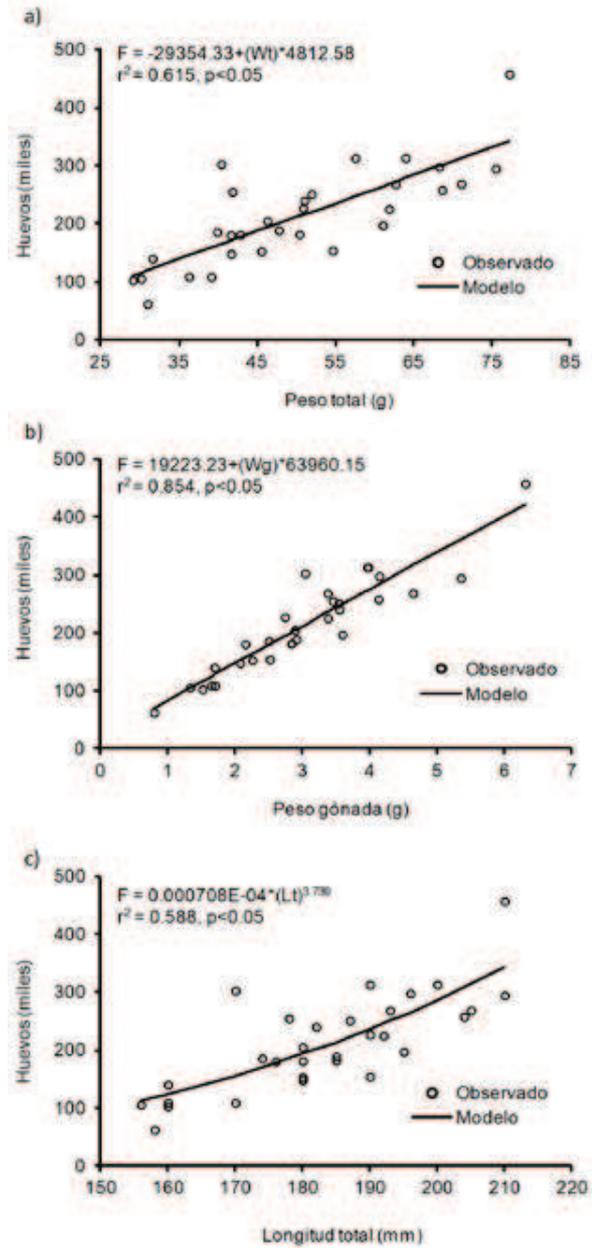


Fig. 2. Relación de la fecundidad (número de ovocitos) con a) peso total, b) peso de la gónada y c) longitud total del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de las costas de Sinaloa, México en julio de 2004.

lineales que presentaron los valores mayores de r^2 para la variable peso de la gónada, seguida de la de peso total y por último en modelo potencial con la relación fecundidad longitud total. Estas variaciones pueden estar relacionadas con la existencia de hembras chicas con gónada proporcionalmente más grandes y hembras grandes con gónadas proporcionalmente más chicas, con

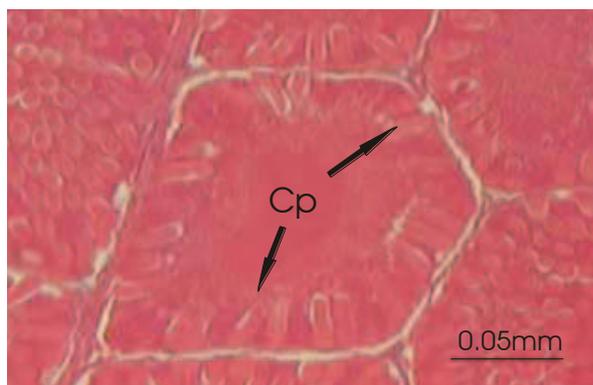


Fig. 3. Corte transversal del ovario de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de las costas de Sinaloa, México en 2004, en donde se observa un óvulo maduro con los característicos cuerpos periféricos (Cp). Tinción Hematoxilina-Eosina.

base en el supuesto de que la fecundidad pueda ser afectada por cambios en el proceso de maduración individual como la edad, la disponibilidad de recursos alimenticios y enfermedades. El conocimiento de la fecundidad y de la proporción de sexos de la población adulta es también necesario para calcular el tamaño de la población a partir de la estimación de la producción anual de huevos, y establecer mediante el análisis de los datos de captura, planes de regulación pesquera acordes con los procesos biológicos de la especie en el tiempo y en el espacio, para su óptima explotación.

Literatura citada

- BELL TA y DV Lightner. 1988. *A handbook of normal penaeid shrimp histology*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 114p.
- CÁRDENAS-FIGUEROA M. 1950. Contribución al conocimiento de la biología de los peneidos del Noroeste de México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México.
- EDWARDS RRC. 1978. The fishery and fisheries biology of the Penaeid shrimp on the Pacific coast of Mexico. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16: 145-180.
- GARDUÑO-ARGUETA H y JA Calderón-Pérez. 1994. Abundancia y madurez sexual de hembras de camarón (*Penaeus* spp.) en la costa sur de Sinaloa, México. *Revista de Investigación Científica. UABCS. Serie Ciencias Marinas* 1: 27-34.
- GUERRAM, LAlba-Valdivia, LPérez-Jar, JMejías y R Jiménez-Cabrera. 2010. Desempeño reproductivo de dos líneas de reproductores de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* introducidos en Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria* 11(7): 1-10.
- HADDON M. 2001. *Modeling and quantitative methods in fisheries*. Chapman-Hall, Florida. 406p.
- HOLDEN MJ y DFS Raitt. 1974. Manual of Fisheries Science. Part. 2. Methods of resource investigation and their application. *FAO Fish Technical Paper* (115) Rev. 1:214p.
- KING JE. 1948. A study of reproductive organs of the common marine shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Biological Bulletin* 94(3): 244-262.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ J, C Rábago-Quiroz, MO Nevárez-Martínez, AR García-Juárez, G Rivera-Parra y J Chávez-Villalba. 2005. Growth, reproduction, and size at first maturity of the blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1874) along the east coast of the Gulf of California, México. *Fisheries Research* 71: 93-102.
- MATHEWS CP. 1981. A review of the North American Penaeid fisheries, with particular reference to Mexico. *Kuwait Bulletin of Marine Science* 2: 325-409.
- MEDINA-REYNA CE, MH Beltrán-González y HT Salinas-Orta. 1999. Nauplii production of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae), on-board of commercial trawlers. *Revista de Biología Tropical* 47(4): 1-5.
- NETER J, MH Kutner, J Nachtschien y W Wasserman. 1996. *Applied linear statistical models*. McGraw-Hill. Irwin. 1408p.
- RODRÍGUEZ DE LA CRUZ MC. 1981. Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* 1(2): 1-19.

Recibido: 23 de mayo de 2012.

Aceptado: 24 de septiembre de 2012.

