

Desempeño reproductivo de *Litopenaeus schmitti* de cultivo en condiciones comerciales

Reproductive performance of pond-reared, adult *Litopenaeus schmitti* under commercial conditions

Lourdes Pérez-Jar¹, Laida Ramos Trujillo², Ilie S. Racotta Dimitrov³,
Claribel Guerrero⁴ y Alexander Acebedo⁴

¹ Centro de Investigaciones Pesqueras, 5ta. Ave. y 246, Santa Fe, Playa, Ciudad de La Habana, CP 19100, Cuba, Teléfono: 209-7852, E-mail: geneticacip@cip.telemar.cu

² Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11300, Cuba.

³ Programa de Acuicultura, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, (CIBNOR), Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS 23090, México.

⁴ Laboratorio de Producción de Postlarvas de Camarón YAGUACAM, Ministerio de la Industria Alimentaria, Provincia de Cienfuegos, Cuba.

RESUMEN

Para satisfacer la demanda de postlarvas en las granjas de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en Cuba, los Laboratorios de Producción de Postlarvas requieren de un aumento del porcentaje de cópulas en reproductores obtenidos en ciclo cerrado. Este trabajo se propone evaluar el desempeño reproductivo de los progenitores, bajo la influencia del manejo empleado en sistemas de tanques unisexo y mixto en condiciones comerciales. Los resultados indicaron que el desempeño reproductivo en términos de hembras maduras, porcentaje de cópulas exitosas, número de huevos y nauplios por desove, así como porcentaje de eclosión, no difirió entre los sistemas empleados. El porcentaje de hembras maduras (estadio IV) del número total en cada tratamiento, se aproximó al 50 %, de las cuales el 30 % (unisexo) y el 27 % (mixto) fueron copuladas. El porcentaje de supervivencia para ambos sexos, fue de $90,7 \pm 0,10$ y $91,6 \pm 0,07$ para hembras y de $95,4 \pm 0,04$ y $96,2 \pm 0,05$ para machos, sin diferencias entre los dos sistemas evaluados. El porcentaje de cópulas exitosas se incrementó significativamente a lo largo del tiempo ($p < 0,05$), alcanzando valores máximos a partir de la tercera semana de permanencia de los animales en la nave de maduración, lo cual indica que esta variable depende de la adaptación de los organismos a las condiciones de los laboratorios comerciales.

Palabras clave: camarón, *Litopenaeus schmitti*, reproducción, progenitores de cultivo.

ABSTRACT

The southern white shrimp *Litopenaeus schmitti* is the native species of commercial importance in Cuba. Commercial hatcheries require increased mating success of pond-reared broodstock to satisfy the needs of shrimp farms. This study compares reproductive performance in unisex and conventional mixed-sex tanks under conditions of commercial production. No differences between systems were observed for several indicators of reproductive performance, such as number of mature females, mating success, number of eggs and nauplii per spawn, and hatching rate. The percentage of mature females (Stage IV) in each treatment reached 50 %, whereas the proportion of mated females was 30 % (unisex tanks) and 27 % (mixed tanks). Survival ranged from $90,7 \pm 0,10$ to $91,6 \pm 0,07$ for females and $95,4 \pm 0,04$ to $96,2 \pm 0,05$ for males, without significant differences between the two systems. Mating success (proportion of mated females to total mature females) increased with time ($p < 0,05$), reaching maximum values by the third week, which indicates adaptation of shrimp to commercial hatchery conditions.

Keywords: shrimp, *Litopenaeus schmitti*, reproduction, pond-reared broodstock.

INTRODUCCIÓN

El camarón blanco *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante y Kensley, 1997) es la especie de peneido autóctona de importancia comercial en Cuba desde el punto de vista de cultivo. Para la maduración y reproducción en cautiverio de progenitores silvestres, se trabajó desde el inicio de la camaronicultura comercial en el país, en la búsqueda y aplicación de métodos que garantizaron estabilizar los indicadores productivos de los parentales en el laboratorio (Ramos y Primavera, 1986; Ramos, 1990; Pérez-Jar y Ramos, 1992; Betancourt *et al.*, 1994; Ramos *et al.*, 1994 y Artilles *et al.*, 1999).

A partir del año 1987, se constituyen los primeros bancos de reproductores de esta especie con la aplicación de técnicas de ciclo cerrado, con vistas a la sustitución gradual de los progenitores silvestres por los de cultivo. Para lograr este objetivo se realizaron diversas investigaciones, entre ellas: ensayos de las técnicas de ablación en hembras y electroeyaculación (Ramos *et al.*, 1995); respuesta reproductiva de machos de distintas edades (Bécquer *et al.*, 1994; Pérez-Jar y Jaime, 1995); ensayos de alimentos balanceados (Ramos y García, 1992; Pérez-Jar *et al.*, 1996); seguimiento de sucesivas generaciones parentales (Pérez-Jar *et al.*, 1997); estudios de variabilidad genética en poblaciones naturales para la formación de lotes de reproductores heterocigóticos (Díaz, 1994).

Está demostrado que *L. schmitti* obtenido en ciclo cerrado es capaz de reproducirse en cautiverio, no obstante, existen reportes de los laboratorios comerciales donde el desempeño reproductivo de algunos lotes de reproductores es bajo, obteniéndose en ocasiones entre 30-50 % de cópulas exitosas del total de hembras maduras.

Está reportado en la literatura dos sistemas de manejo de reproductores en tanques de maduración, con los cuales se controla la relación de sexos y la actividad copulatoria. El sistema de tanques mixtos o convencionales, donde son mantenidos reproductores de ambos sexos en un mismo reservorio. En especies de télico abierto, grupo al cual pertenece el camarón que es objeto de estudio en este trabajo, existen autores que recomiendan relaciones de 1:1 hembra: macho (Bray y Lawrence, 1992), sin embargo, resultados alcanzados por Ottogalli *et al.* (1988) y Wyban y Sweeney (1990), muestran que es factible el uso de relaciones de sexo donde el número de machos es mayor que el de las hembras para asegurar la transferencia del espermatóforo. En el sistema de tanques unisexo para especies de télico abierto, los reproductores se mantienen separados por sexo en distintos tanques y las hembras maduras son transferidas a tanques de machos para que se lleve a cabo la cópula. Este procedimiento ofrece oportunidades para el desarrollo de sistemas experimentales y disminuye los costos de producción

(Aquacop, 1983; Browdy *et al.*, 1996), aunque su eficiencia ha sido escasamente evaluada.

Conociendo de estos antecedentes y con el objetivo de implementar la técnica idónea que permita el aumento del porcentaje de cópulas exitosas en el camarón blanco *L. schmitti* obtenido en ciclo cerrado, el presente trabajo está dirigido a comparar el desempeño reproductivo de los progenitores, bajo la influencia del manejo empleado en sistemas de tanques unisexos y mixtos en condiciones de laboratorios de producción comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistema de tanques de reproductores y manejo general en el local de maduración

Reproductores de camarón cultivados de ambos sexos de la especie *L. schmitti*, descendientes de una población natural del Golfo de Guacanayabo (Provincia Granma), ubicado en la zona suroriental de Cuba, fueron criados en estanques externos de 0,38 ha pertenecientes al laboratorio comercial productor de postlarvas YAGUACAM (Provincia Cienfuegos) de la zona surcentral de Cuba. Los reproductores al arribar a la edad de siete meses de edad y obtener pesos promedios de 43,0 g para las hembras y 26,0 g para los machos, fueron cosechados y transferidos (1 212 individuos) a la nave de maduración y reproducción del propio laboratorio, donde fueron aclimatados durante una semana.

Para evaluar el desempeño reproductivo a escala comercial de esta especie, se realizó un estudio en el que se comparó la productividad de los animales bajo la influencia de los métodos de tanques mixtos y unisexo. Para el tratamiento de sistema de tanques mixtos o convencionales (Pérez-Jar y Ramos, 1992), los reproductores de ambos sexos fueron transferidos a seis tanques ovalados de fibra de vidrio, capacidad de 16 m² y un volumen de 10 m³, donde la relación de sexo empleada fue de 1:1 (54 hembras sin ablacionar y 54 machos; con una densidad de 7 individuos/m²). Para el tratamiento de sistema de tanques unisexos que presentan el mismo diseño constructivo que los mixtos, los reproductores fueron separados por sexos según el método recomendado por Browdy *et al.* (1996), las hembras fueron colocadas en cuatro tanques a razón de 81 por reservorio (5 hembras sin ablacionar/m²), y los machos en dos tanques (llamados tanques de cópula) a razón de 120 por reservorio (7 machos/m²). El ensayo tuvo una duración de cuatro semanas.

Diariamente fueron registradas las variables físico-químicas del agua: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y salinidad (ups). El alimento suministrado de forma alterna

estuvo compuesto por calamar (*Loligo sp.*) congelado y una dieta artificial para la maduración.

Se utilizó el criterio de Ramos y Primavera (1986) para la búsqueda diaria de hembras en estadio de maduración IV, basándose en la identificación macroscópica de las gónadas maduras de *L. schmitti*. En los tanques mixtos una hora después de comenzado el período de oscuridad (19:00 h), se realizaba la captura de hembras maduras que estuviesen copuladas. En los tanques unisexos se realizaba la revisión de las hembras maduras a las 11:00 h, las cuales eran distribuidas equitativamente en cada tanque de cópula. La captura de hembras copuladas se realizó una hora después de comenzado el período de oscuridad (19:00 h). Para el reconocimiento de las hembras con espermatóforo adherido, se tuvieron en cuenta las condiciones de adhesión (espermatóforo completo y masa espermática sola). El desove de las hembras y la eclosión de los huevos se realizaron en tanques individuales cilindro-cónicos con capacidad de 200 L, que contenían agua de mar filtrada, EDTA.Na₂ a razón de 10 ppm y 1 ppm de eritromicina.

Registro de los indicadores productivos

- Número total de hembras maduras, copuladas y desovadas por tratamiento.
- Porcentaje de hembras que maduraron del total por cada tratamiento (% hembras maduras del total = Total de hembras maduras (IV)/Total de hembras del tratamiento x 100).
- Porcentaje de hembras que copularon del total por cada tratamiento (% hembras copuladas del total = Total de hembras copuladas/Total de hembras del tratamiento x 100).
- Porcentaje de cópulas exitosas del total de hembras maduras por tratamiento (% de cópula exitosa = Total de hembras con espermatóforo o masa espermática/Total de hembras maduras identificadas en cada tratamiento x 100).

Se calculó el promedio de huevos y nauplios por desove (huevos o nauplios/desove = Total de huevos o nauplios/Total de hembras con desoves aptos). El porcentaje de eclosión de los huevos por tratamiento se determinó mediante la fórmula: (% eclosión = Total de nauplios/Total de huevos x 100). El porcentaje de supervivencia por sexo, mediante la fórmula: % supervivencia = Total (hembras o machos) – Total (hembras o machos) muertos/Total de (hembras o machos) x 100.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron realizados con el módulo de Modelo Lineal General (GLM) en el Programa estadístico STATISTICA versión 7.0, software (StatSoft, Inc.2001, Tulsa, OK, USA). Se realizó un ANOVA de dos vías de clasificación (sistemas de tanques por tiempo de permanencia de los animales en la nave de maduración), para el número de hembras maduras, porcentaje de cópulas exitosas, promedio de huevos por desove, promedio de nauplios por desove y porcentaje de eclosión. Se utilizó la prueba de Tukey's posthoc para la comparación de medias, para aquellas variables que presentaron diferencias significativas. Para los valores de supervivencia y eclosión (reportados en porcentaje), se utilizó la transformación arcoseno (\sqrt{p}), antes de aplicar el análisis estadístico, aunque se reportan los valores no transformados.

Se utilizó la prueba "t" para analizar diferencias significativas entre la temperatura de ambos tratamientos y para la supervivencia final de ambos sexos. Los datos se reportan como la media \pm error estándar. Los valores probabilísticos (p) inferiores a 0,05 fueron considerados estadísticamente significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el número de hembras que maduraron en cada tratamiento (Fig. 1a). El porcentaje de cópulas exitosas con respecto al total de hembras maduras fue significativamente diferente ($p < 0,05$) a lo largo del tiempo de permanencia de los animales en la nave, independientemente del sistema empleado, con valores mínimos ($< 60\%$) entre la primera y tercera semana, para alcanzar valores máximos ($> 90\%$) entre la tercera y cuarta semana (Fig. 1b).

Durante el período experimental, de un total de 324 hembras en cada tratamiento, el porcentaje de hembras que maduraron (estadio IV) se aproximó al 50 %. A su vez, del total de hembras en cada sistema evaluado, 30 % (unisexo) y 27 % (mixto) fueron copuladas. No se observaron diferencias en la supervivencia para ambos sexos entre los dos sistemas (TABLA 1). Tampoco se observaron diferencias significativas entre sistemas de tanques ni durante el tiempo experimental al analizar el promedio de huevos por desove, el promedio de nauplios por desove y porcentaje de eclosión (TABLA 2).

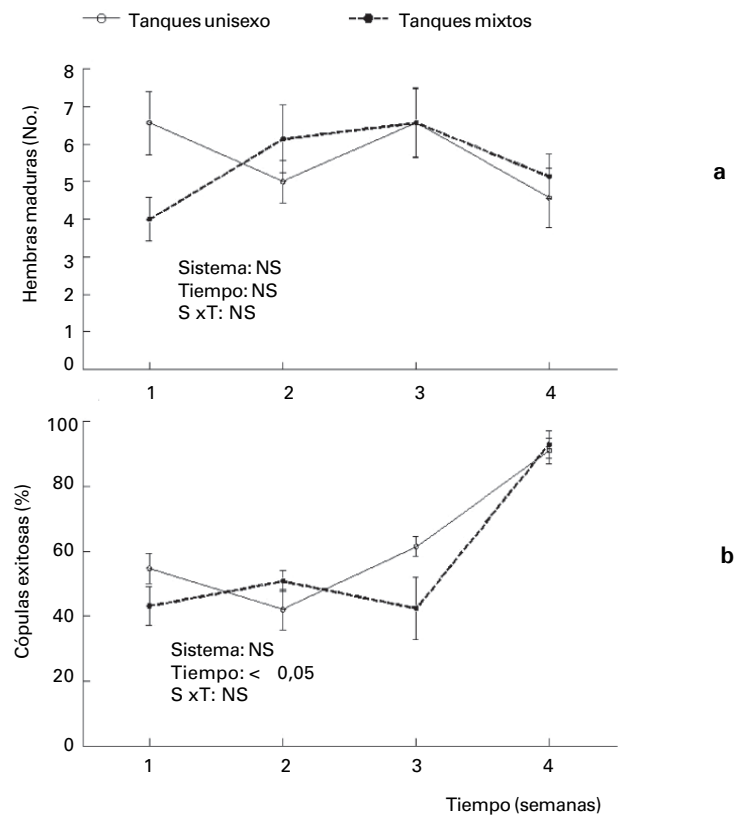


Fig. 1 Variaciones del número de hembras maduras (a) y del porcentaje de cópulas exitosas (b), (media ± error estándar) de diferentes sistemas de tanques (unisexo y mixto), determinado durante el período experimental. Los resultados del ANOVA de dos vías (tiempo en producción y sistemas de tanques de maduración) son descritos: (NS: No diferenciación). Diferentes letras indican diferencias significativas (p < 0,05) entre las medias globales de cada tratamiento a lo largo del tiempo.

TABLA 1. Registro de los principales indicadores productivos en tanques unisexo y mixtos para analizar el desempeño reproductivo de reproductores de cultivo de *L. schmitti*, durante un período experimental de cuatro semanas

Indicadores productivos	Sistema de tanques	
	Unisexo	Mixto
Total de hembras	324	324
Total de machos	240	324
Total de hembras maduras (IV)	159	153
Total de hembras copuladas	97	89
Total de hembras desovadas	94	85
Hembras maduras del total (%)	49,0	47,2
Hembras copuladas del total (%)	29,9	27,4
Supervivencia de hembras (%)	90,7 ± 0,10	91,6 ± 0,07
Supervivencia de machos (%)	95,4 ± 0,04	96,2 ± 0,05

TABLA 2. Producción de huevos y nauplios, y porcentaje de eclosión (media \pm error estándar) obtenidos en tanques unisexo y mixto a partir de reproductores de cultivo de *L. schmitti*, durante un período experimental de cuatro semanas

Indicadores productivos	Sistemas de tanques	Tiempo (semanas)			
		1	2	3	4
Huevos/desove (x 10 ³)	Unisexo	160 \pm 4,23	161,7 \pm 7,75	170,7 \pm 6,76	162,5 \pm 6,0
	Mixto	157 \pm 1,27	158,5 \pm 3,11	161,2 \pm 3,14	161,7 \pm 3,62
Nauplios/desove (x 10 ³)	Unisexo	84,5 \pm 2,32	84,0 \pm 4,47	88,5 \pm 3,51	87,5 \pm 4,61
	Mixto	80,2 \pm 3,09	82,8 \pm 1,832	84,7 \pm 2,98	83,4 \pm 2,94
Eclosión (%)	Unisexo	52,1 \pm 0,48	52,0 \pm 0,93	52,9 \pm 0,19	53,9 \pm 1,37
	Mixto	50,6 \pm 1,18	52,9 \pm 0,97	52,4 \pm 1,00	51,6 \pm 1,08

Los parámetros abióticos salinidad (34 ups \pm 0,0) y oxígeno disuelto (5,45 \pm 0,50 mg/L) promediaron valores recomendados por la literatura (Bray and Lawrence, 1992), por otro lado, no se observó diferencia significativa en la temperatura medida en ambos tratamientos, promediando un valor de 25,0 \pm 0,17 °C (mín. 23,0 °C y máx. 26,0 °C), durante el ensayo.

Con la tecnología empleada en este trabajo para la maduración y reproducción del camarón blanco *L. schmitti* y los resultados productivos alcanzados, se puede plantear que la respuesta reproductiva de los adultos de cultivo no varió al compararse los sistemas de tanques de maduración unisexo y mixto, y eso quedó demostrado al observarse similitud en los valores de los indicadores productivos medidos. En este sentido, no se observaron diferencias en el número de desoves por hembra, promedio de huevos por desove, promedio de nauplios por desove, porcentaje de cópulas exitosas y porcentaje de eclosión entre ambos sistemas de manera similar a los resultados obtenidos por Browdy *et al.* (1996), al comparar la respuesta reproductiva de *L. vannamei* en tanques convencionales y unisexo. Sin embargo, si bien la proporción de cópulas exitosas, no difiere entre tratamientos, se observa un incremento a partir de la tercera semana de permanencia de los animales en la nave de maduración, lo cual sugiere una adaptación gradual de los mismos a las condiciones de cautiverio creadas y deja abierta la necesidad de realizar estudios donde se determine el tiempo de aclimatación que requieren los animales para su adaptación fisiológica a las condiciones del local de maduración, muy diferentes a las de los estanques donde fueron criados. La respuesta de los animales una vez lograda su adaptación se puede considerar adecuada, alcanzándose de hecho un valor superior al 90 % que representa un mayor rendimiento que lo reportado por Pérez-Jar *et al.* (1996) de 68 % al trabajar con reproductores también de siete meses en condiciones similares.

El sistema de tanques más empleado por otros autores, y en general por los productores a escala mundial, es el sistema de tanques mixtos o convencionales. Yano (1993) plantea que la relación de sexo usual es 1:1 en tanques de maduración, pero que algunas granjas incrementan el número de hembras a una relación de 2 a 2,5:1 (hembras:machos), ya que las hembras pueden liberar feromonas que estimulan la copula en los tanques. Este mismo autor sugiere que hembras ablacionadas o no ablacionadas de *L. vannamei*, pueden madurar sin la presencia de machos en los tanques, no obstante, el promedio de hembras que maduran solas es más bajo que aquellas que maduran junto a los machos. Este planteamiento difiere de los resultados alcanzados en el presente trabajo ya que no se observaron diferencias significativas en el número total de hembras maduras al comparar ambos sistemas.

Para el sistema de tanques unisexo, existe el reporte de Missamore y Browdy (1996), planteando que solamente el 27 % de todas las posibles cópulas que observaron en su trabajo, fueron exitosas con la presencia de espermátóforos, cuando las hembras maduras fueron colocadas en tanques que contenían únicamente machos, utilizando una relación de sexo de: 1 hembra: 7 machos. Por otro lado, Naessens *et al.* (1997), adoptaron el uso de sistema de tanques unisexo para detectar el efecto de la dieta en los machos sobre la fertilización, sin embargo, no obtuvieron resultados satisfactorios. Browdy *et al.* (1996), plantean que al separarse los animales por sexo se puede incrementar la calidad y eficiencia de la maduración comercial en los sistemas productivos, pues permite un mayor control de todos los factores que pueden afectar la conducta copulatoria de los reproductores. Existen estudios en sistemas de tanques unisexo dirigidos específicamente a la evaluación de los machos, en los que se analizan factores abióticos, nutricionales y fisiológicos (Pérez-Velázquez *et al.*, 2001; Pérez-Velázquez *et al.*, 2003a y 2003b).

Al analizar los resultados del porcentaje de hembras maduras teniendo en cuenta el total de hembras mantenidas en la nave, observamos que los bajos valores que se obtuvieron en ambos tratamientos pueden estar influenciados por trabajar durante un período relativamente corto con hembras que no fueron ablacionadas, que según lo reportado por Artiles *et al.* (1999) para esta especie, pueden presentar una frecuencia de maduración de entre 7-15 días, mientras que las ablacionadas pueden lograr su estadio de maduración IV cada 3 o 4 días. Esto repercutió a su vez en el bajo porcentaje de hembras copuladas del total de hembras (324) en cada tratamiento durante el período experimental (TABLA 1). En cuanto a la media de nauplios por desove, aunque los resultados fueron bajos según lo logrado por Pérez-Jar *et al.* (2007), al obtener valores superiores a los 100×10^3 nauplios por desove, hay similitud al compararlos con los valores alcanzados por otros autores con la misma especie obtenida en ciclo cerrado. Bueno (1990), en sistema de tanques mixtos, hace un análisis de los promedios de nauplios por desove y observa que esta especie puede mantener constante sus resultados por encima de 78 960 nauplios por desove, Ramos *et al.* (1995) al trabajar con hembras de cultivo no ablacionadas, obtuvieron un promedio de 70 338 nauplios por desove.

Otro aspecto que es expuesto al referirse al sistema de tanques unisexo, es la probabilidad de un mayor número de muertes y desgaste en las hembras provocado por una mayor manipulación a la que son sometidas, reduciendo de esta manera su vida productiva, sin embargo, en este trabajo no fueron halladas diferencias significativas en el porcentaje de supervivencia de ambos sexos entre los tratamientos, lo cual indica que esta variable al igual que el porcentaje de cópulas, no dependen como tal del sistema de tanques de maduración que se utilice, sino del tiempo de permanencia de los animales en los tanques, de su adaptación a las condiciones creadas en los laboratorios comerciales, del manejo que se emplee y posiblemente a la condición fisiológica durante el ciclo de producción del lote con que se esté trabajando, lo cual debe ser objeto de estudio para esta especie, durante un período experimental más largo.

CONCLUSIONES

El desempeño reproductivo de adultos de camarón de cultivo *L. schmitti* al compararse los sistemas de tanques unisexo y mixto, no presentó diferencias significativas.

El indicador productivo porcentaje de cópulas exitosas, fue significativamente diferente ($p < 0,05$) a lo largo del tiempo de permanencia de los animales en la nave, independientemente del sistema de tanques empleado, alcanzando valores mínimos ($< 60 \%$) entre la primera

y tercera semana y máximos ($> 90 \%$) entre la tercera y cuarta semana.

REFERENCIAS

- Aquacop (1983): Constitution of broodstock, maturation, spawning, and hatching system for penaeid shrimp in Centre Oceanologique du Pacifique. In: *CRC Handbook of Mariculture. Volume I. Crustacean Aquaculture*, J. P. McVey and J. R. Moore (Eds.): Boca Raton, FL. USA, pp. 105-121.
- Artiles, M. A.; E. Regueira y L. Pérez-Jar (1999): Maduración y reproducción de *Penaeus schmitti* utilizando hembras ablacionadas y no ablacionadas bajo iluminación natural. *Rev. Invest. Mar.*, 20(1-3): 93-102.
- Bécquer, U.; L. Ramos y A. Betancourt (1994): Respuesta reproductiva de *Penaeus schmitti* a los siete y nueve meses de edad. *Rev. Invest. Mar.*, 15(3): 256-261.
- Betancourt, A. y otros (1994): Calidad de la esperma de *Penaeus schmitti* en condiciones de cautiverio. *Rev. Invest. Mar.*, 15 (3): 251-255.
- Bray, W. A and A. L. Lawrence (1992): Reproduction of *Penaeus* species in captivity. In: *Marine shrimp culture: Principles and practices*. Fast, A. W. y L. J. Lester (Eds.), pp. 93-169.
- Browdy, C. L. *et al.* (1996): Factors affecting the reproductive performance of the Atlantic white shrimp, *Penaeus setiferus*, in conventional and unisex tank systems. *J. Appl. Aquacult.*, 6: 11-25.
- Bueno, S. L. de S. (1990): Maturation and spawning of the white shrimp *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, under large scale reared conditions. *J. World Aquacul. Soc.*, 21: 170-179.
- Díaz, F. R. y otros (1994): *Distancia y variabilidad genética entre poblaciones del camarón blanco Penaeus schmitti*. III Congreso de Ciencias del Mar, 15-18 de febrero, La Habana [resumen].
- Misamore, M. J. and C. L. Browdy (1996): Mating behavior in the white shrimps *Penaeus setiferus* and *P. vannamei*: a generalized model for mating in *Penaeus*. *J. Crust. Biol.*, 16: 61-70.
- Naessens, E. *et al.* (1997): Maturation performance of *Penaeus vannamei* co-fed *Artemia* biomasa preparations or a formulated pellet diet. *Aquaculture*, 155:97-101.
- Ottogali, L.; C. Galinie and D. Goxe (1988): Reproduction in captivity of *Penaeus stylirostris* over ten generations in New Caledonia. *J. Aquacult. Trop.*, 3: 111-125.
- Pérez-Farfante, I. and B. Kensley (1997): Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world, keys and diagnoses for the species and genera.

- Mémoires Muséum National d' Histoire Naturelle, Zoologie*, Tome 175, 235 pp.
- Pérez-Jar, L. y B. Jaime (1995): Respuesta reproductiva de progenitores de *Penaeus schmitti* al utilizar machos de diferentes edades de cultivo. *Rev. Invest. Mar.*, 16(1-3): 69-73.
- Pérez-Jar, L. y L. Ramos (1992): Determinación de la proporción de sexos del camarón blanco *Penaeus schmitti* en tanques de maduración inducida para el incremento de la cópula natural. *Rev. Invest. Mar.*, 13(2): 167-176.
- Pérez-Jar, L.; B. Jaime y T. García (1996): Efecto de dietas pelletizadas en la respuesta reproductiva de progenitores de *Penaeus schmitti*. *Rev. Invest. Mar.*, 17(1): 221-227.
- Pérez-Jar, L.; S. Samada y M. Espejo (1997): Producción y empleo de cuatro generaciones parentales del camarón blanco *Penaeus schmitti* en ciclo cerrado. *Rev. Invest. Mar.*, 18(2): 169-177.
- Pérez-Jar, L.; L. Ramos, E. Palacios e I. Racotta (2007): Reproductive performance and sperm quality in wild and pond-reared southern white shrimp *Litopenaeus schmitti* adult males during continuous reproductive activity. *Rev. Invest. Mar.*, 28(3): 237-246.
- Pérez-Velázquez, M. *et al.* (2003a): Changes in lipid class and fatty acid composition of adult male *Litopenaeus vannamei* (Boone) in response to culture temperature and food deprivation. *Aquacult. Res.*, 34: 1205-1213.
- Pérez-Velázquez, M. *et al.* (2003b): Dietary effects on sperm quality of *Litopenaeus vannamei* broodstock. *J. World Aquacult. Soc.*, 34(1): 92-98.
- Pérez-Velázquez, M. *et al.* (2001): Effect of temperature on sperm quality of captive *Litopenaeus vannamei* broodstock. *Aquaculture*, 198: 209-218.
- Ramos, L. (1990): Fecundación artificial del camarón blanco *Penaeus schmitti*: Fecundidad y viabilidad de desoves. *Rev. Invest. Mar.*, 9(2):157-166.
- Ramos, L. and J. H. Primavera (1986): Induced maturation in ablated *Penaeus notialis* and *Penaeus schmitti*. In: *The First Asian Fisheries Forum*, (J. L. Mc Lean, L. B. Dizon y L. V. Hosillos, eds.), Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp. 667-700.
- Ramos, L. y T. García (1992): Maduración y reproducción de *Penaeus schmitti*, utilizando como complemento de la alimentación diferentes dietas artificiales. *Rev. Invest. Mar.*, 13(2): 159 166.
- Ramos, L.; J. M. Molina, L. Pérez-Jar y B. Torres (1994): Producción de nauplios de *Penaeus schmitti* en instalaciones comerciales de maduración en Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 15(1): 28-38.
- Ramos, L.; M. Espejo, S. Samada and L. Pérez-Jar (1995): Maturation and reproduction of pond reared *Penaeus schmitti*. *J. World Aquacul. Soc.*, 26(2): 183-187.
- Yano, I. (1993): Ultraintensive culture and maturation in captivity of penaeid shrimp. In: Mc Vey J. P. (ed.). *Mariculture*, vol. 1. CRC Press, Boca Ratón, pp. 289-313.