

Efecto de la ablación unilateral del pedúnculo ocular sobre el tiempo de maduración de los ovocitos y fecundidad de *Penaeus vannamei*

Teodoro E. Seminario Ch. y David E. Saldarriaga Y.⁷

Introducción

Los estudios de los procesos de maduración tendientes a optimizar el cultivo de *P. vannamei*, son necesarios para poder planificar adecuadamente la producción y satisfacer la demanda de poslarvas de mejor calidad a escala comercial que exige hoy en día la industria langostinera en el Perú.

La inducción a la maduración y desove en *P. vannamei* por ablación unilateral del pedúnculo ocular ha sido documentada por diferentes investigadores.

Hidalgo (1997), reportó que los centros endocrinos que controlan la reproducción, en crustáceos están compuestos, entre otros, por el sistema neurosecretor y el órgano X-glándula sinusal, ambos localizados en el pedúnculo ocular, en donde se desarrollan las Hormonas Inhibidoras de la Gónada (GIH) y la Hormona Estimulante de la Gónada (GSH).

Otras áreas como, el cerebro, el ganglio torácico, el órgano mandibular, son reguladores directos de la reproducción al producir hormonas o factores de estimulación o inhibición del desarrollo gonadal (Vaca, 1999; Huberman, 2000; Diwan, 2005).

Una hipótesis sobre la regulación ovárica se basa en el principio manifestado que el ovario desarrolla su maduración gracias al equilibrio de los efectos antagónicos de dos grupos de hormonas: GSH y GIH. La extirpación del pedúnculo ocular induce el desarrollo precoz de la gónada en casi todos los crustáceos. La remoción de esos órganos reduce la producción de GIH, la cual permite la liberación de GSH desde el cerebro hacia los ganglios torácicos. Así, se produce menos GIH, y más GSH será liberada, estimulando la maduración de la hembra mediante la aceleración de la vitelogénesis (Gómez y Arellano, 1990; Hidalgo, 1997).

En este contexto, la presente investigación se orientó a evaluar los efectos de la ablación unilateral del pedúnculo ocular en el tiempo de maduración de los ovocitos y fecundidad en *Penaeus vannamei* a fin de obtener información para mejorar la producción de poslarvas a escala comercial.

Metodología

La experiencia se realizó en el laboratorio comercial Texcumar S.A. ubicado en el kilómetro 2.5 de la vía San Pablo-Monte Verde, provincia de Santa Elena, Ecuador, a 526 359 m E y 9 764 770 m N (figura 1), por un período de 75 días (del 29 de septiembre al 14 de diciembre de 2009).

⁷ Universidad Nacional de Tumbes-Perú.

Figura 1
Ubicación geográfica del laboratorio de producción
de poslarvas *Texcumar*, San Pablo, Santa Elena, Ecuador



Se utilizaron 144 reproductores hembras con un peso mínimo de 28 g de la especie *Penaeus vannamei*, que conformaron dos grupos experimentales de 72 ejemplares cada uno: ablacionadas y no ablacionadas, codificadas.

El estudio fue conducido en dos tanques de maduración de fibra de vidrio (13 m³ de agua de mar y 5 m de diámetro) con fondo cónico de color negro. Los tanques fueron ubicados en salas con baja intensidad de luz.

La ablación se realizó en la etapa de intermuda. El grado de maduración sexual de las hembras fue determinado por inspección ocular de los ovarios en los animales vivos, observándose el ovario a través de la parte dorsal del exoesqueleto conectado completamente al primer segmento del pleon por medio de la articulación cefalotorácica-abdominal de color aceituna a marrón (maduración total).

Los reproductores fueron alimentados tres veces por día, con alimento basado en el 27% de la biomasa, consistiendo en 96.3% de alimento fresco y 3% de balanceado al 45% de proteína.

La maduración y desove se monitoreó diariamente, de acuerdo al marcado en la base del pedúnculo ocular no ablacionado, con etiquetas codificadas. La búsqueda y captura de hembras se realizó diariamente, a partir de las 17:30, 19:30 y 00:00, verificando la impregnación del espermátforo sobre el télico, para llevarlas a la sala de desove y realizar la colecta de ovocitos maduros.

Después, los reproductores fueron retornados al tanque de maduración y se tomaron tres muestras de ovocitos maduros en alícuotas de 100 ml para la determinación microscópica del número de ovocitos fértiles e infértiles. La aclimatación y desinfección de los huevos se realizó por 45 minutos, aproximadamente. Después de la cosecha de huevos, de los 500 l de agua que existen en cada tanque se utilizó el 50% para aclimatar los huevos a la temperatura de eclosión (32° C), y el otro 50% para la desinfección, para esto se agregó 4 ml de solución de yodo (Argentyne Iodine Desinfectan al 10%) por cada 15 l durante 15 segundos.

Los huevos fueron depositados en los tanques de eclosión (1 m³ de agua de mar) a 6.000 huevos/l. La temperatura en la sala de eclosión se mantuvo alrededor de 32° C. El agua de mar utilizada en la sala de eclosión se ajustó a la salinidad de 30‰ y fue tratada con EDTA (Ácido Etilen Diamino Tetra Acético) a una concentración de 15 ppm.

Los resultados se analizaron bajo el “diseño estadístico completamente al azar” (Caldaza, 1982). Para verificar la diferencia en el tiempo de maduración de los ovocitos, fecundidad (índice y ovocitos viables) y nauplios hábiles. En ambos grupos se utilizó el análisis de varianza ($\alpha = 0.01$).

Resultados

La maduración sexual comenzó a un peso de 32 g. El primer desove en hembras ablacionadas y no ablacionadas ocurrió después de 10 días de la ablación, con un promedio de 105.000 ovocitos por hembra ablacionada y 107.000 ovocitos por hembra no ablacionada, respectivamente. El tiempo promedio de maduración de los ovocitos fue significativamente diferente en hembras ablacionadas de 5.49 ± 1.93 días y en hembras no ablacionadas que fue 6.38 ± 2.00 días (tabla 1; figuras 2 y 3).

Tabla 1
Parámetros de evaluación reproductiva en hembras ablacionadas y no ablacionadas

Parámetros de evaluación	Ablacionadas	No ablacionadas
Tiempo de maduración de ovocitos (días)	5.49 ± 1.93 a	6.38 ± 2.00 b
Fecundidad promedio (%)	78.60 ± 7.85	78.79 ± 7.77
Índice de fecundidad promedio	4.34 ± 2.03	4.36 ± 2.51
Ovocitos viables promedio (número)	$1\ 589\ 240 \pm 624\ 278$ a	$1\ 156\ 064 \pm 510\ 142$ b
Nauplios hábiles promedio (número)	$1\ 321\ 445 \pm 549\ 876$ a	$903\ 942 \pm 400\ 391$ b

Figura 2
Maduración de ovocitos en reproductores hembras ablacionadas

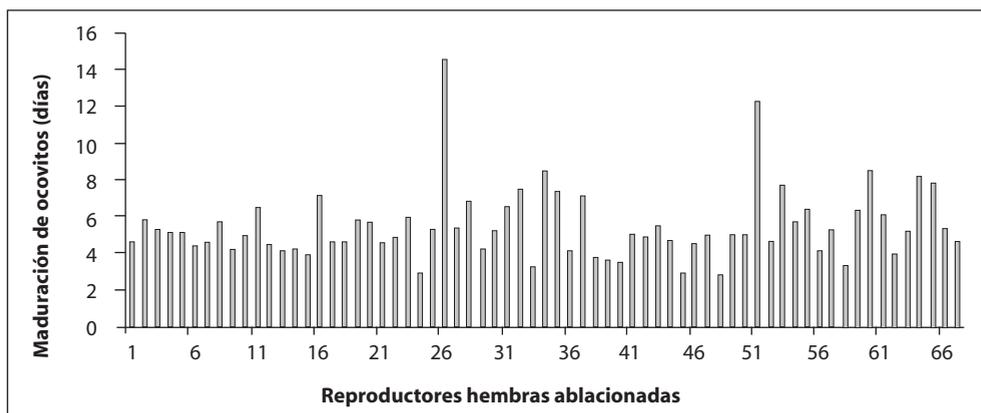
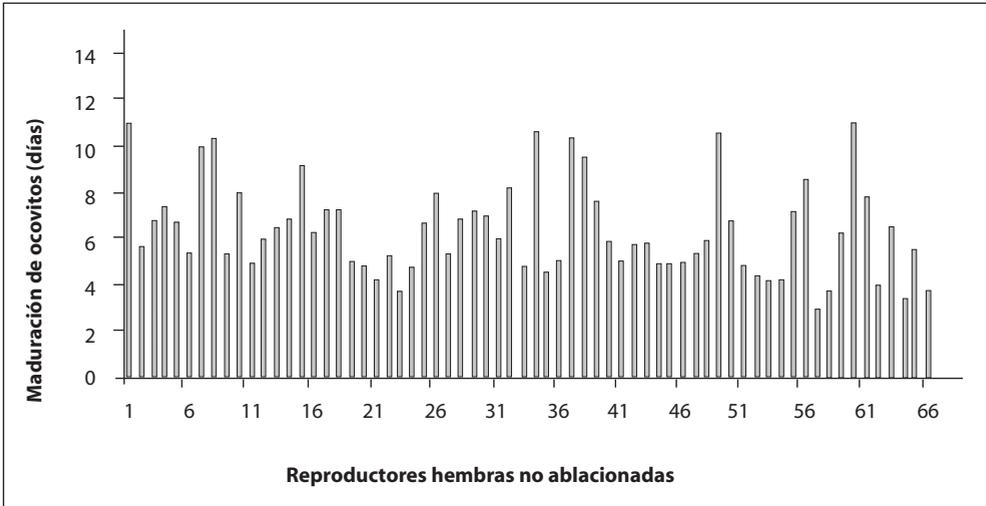


Figura 3
Maduración de ovocitos en reproductores hembras no ablacionadas



La frecuencia de desoves, en número, en cada caso fue 9.95 ± 3.76 y 6.92 ± 2.94 (tabla 1; figuras 4 y 5).

Figura 4
Frecuencia de desove de reproductores hembras ablacionadas

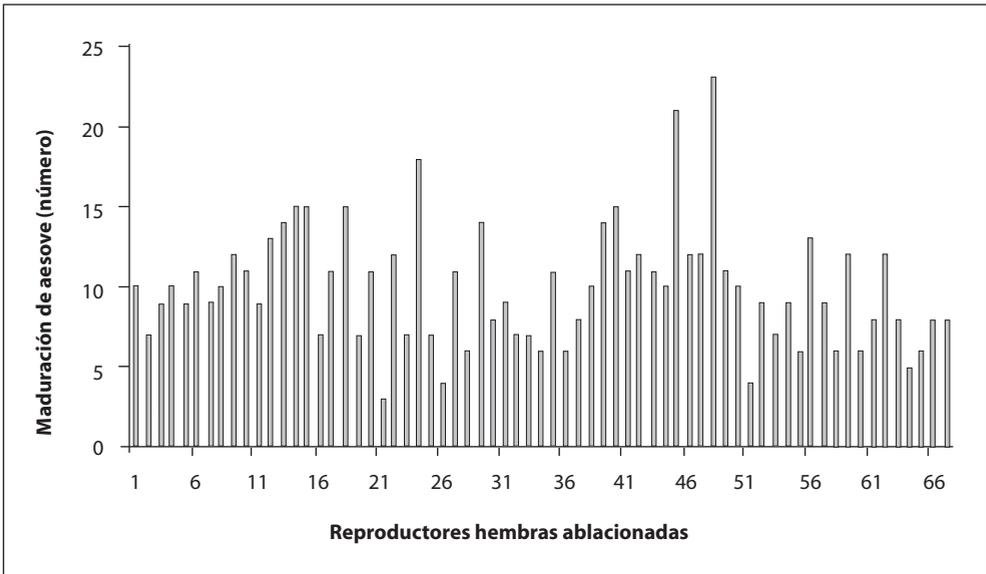
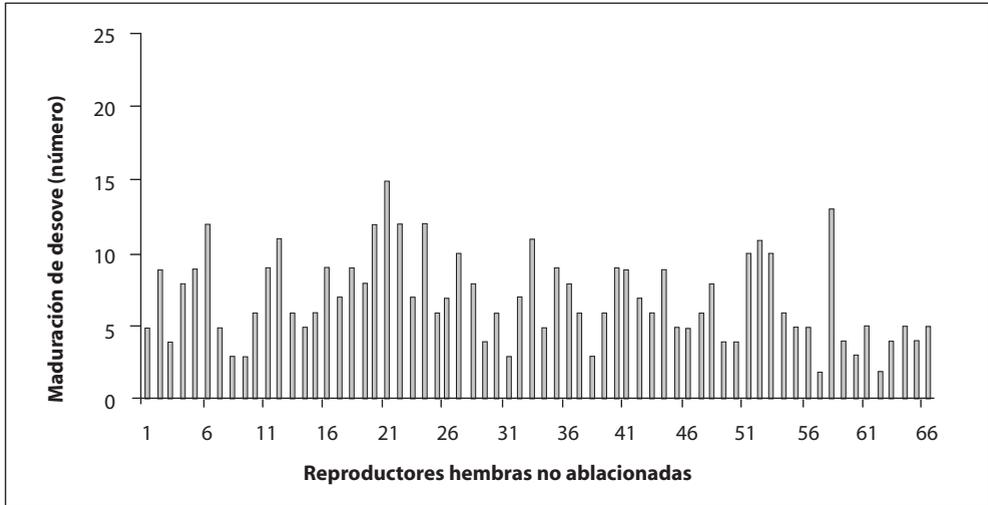


Figura 5
Frecuencia de desove de reproductores hembras no ablacionadas



La fecundidad promedio de ovocitos en cada caso fue $78.60\% \pm 7.85\%$ y $78.79\% \pm 7.77\%$; el índice de fecundidad promedio fue 4.34 ± 2.03 y 4.36 ± 2.51 respectivamente, no existió diferencia significativa en ambos parámetros de evaluación (tabla 1).

La producción de ovocitos viables provenientes de hembras ablacionadas fue $1'589.240 \pm 624.278$ y de las hembras no ablacionadas fue $1'56.064 \pm 510.142$, existiendo diferencia significativa entre ellos (tabla 1; figuras 6 y 7).

Figura 6
Producción de ovocitos de reproductores hembras ablacionadas

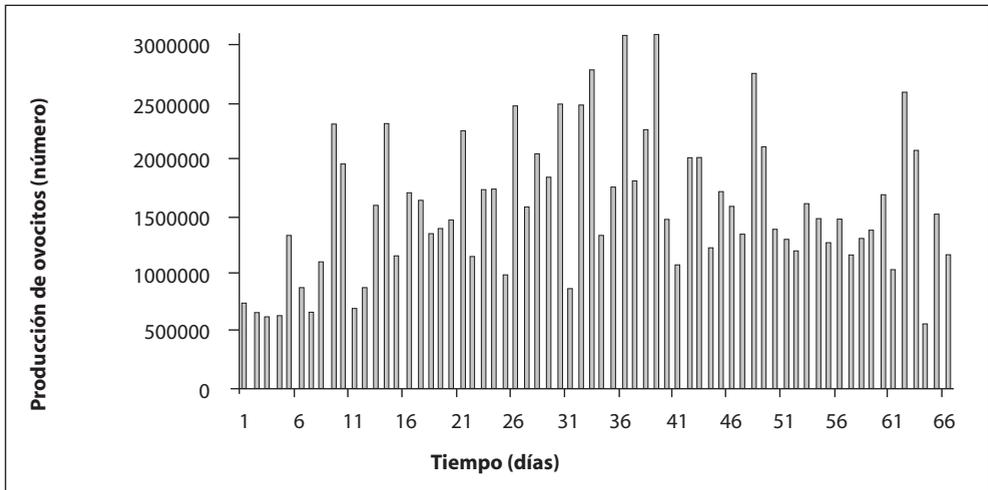
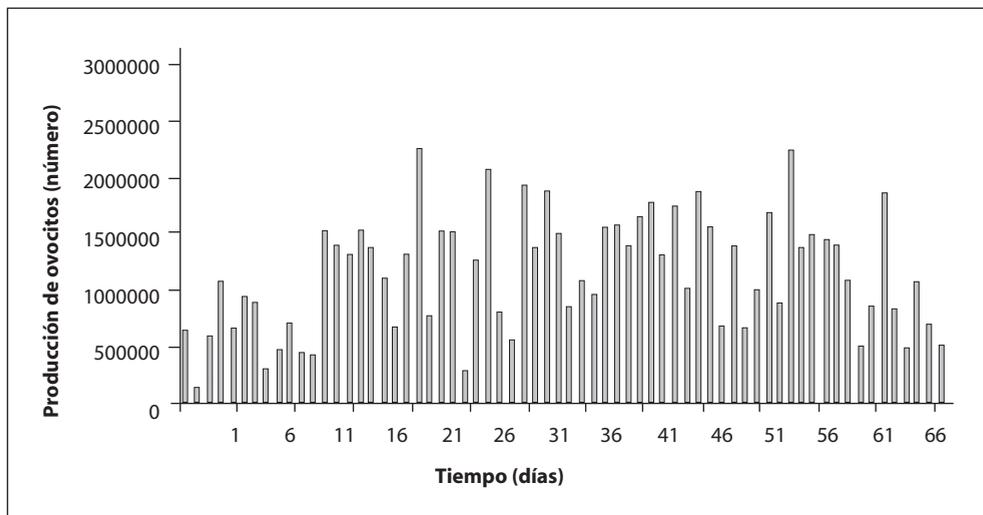


Figura 7
Producción de ovocitos de reproductores hembras no ablacionadas



Esta producción se incrementó paulatinamente en el tiempo, llegando a su nivel máximo de producción a los 38 días para luego tener un descenso significativo a partir de los 42 días hasta los 65 días, tiempo en que se dio por finalizado el experimento, siendo más pronunciado el indicado descenso en hembras no ablacionadas.

Los nauplios hábiles en hembras ablacionadas fueron de $1'321.445 \pm 549.876$, mientras que en hembras no ablacionadas fue de 903.942 ± 400.391 .

Discusión

En el desempeño reproductivo de las hembras utilizadas en la investigación que provinieron de una población homogénea en cuanto a edad, tamaño y líneas genéticas mejoradas, se observó que las ablacionadas y no ablacionadas, a pesar de encontrarse bajo las mismas condiciones de maduración, presentaron un diferente potencial reproductivo.

El tiempo promedio de maduración de los ovocitos de cinco días después de la ablación fue menor en hembras ablacionadas que en hembras no ablacionadas, y que el diferencial de un día se debe posiblemente a la similitud en sus características genéticas y fisiológicas, siendo el primer desove, a los 10 días, en ambos casos. Sin embargo, se observó que algunas hembras ablacionadas tuvieron entre 12 a 23 desoves y otras solo tuvieron dos desoves en 65 días, mientras que en las no ablacionadas no se presentó esta disparidad en los desoves.

Coincidiendo con Arcos e Ibarra (2010) quienes observaron que el primer desove después de la ablación fue de 10 días, y que es significativamente menor en hembras con un mayor número de desoves, considerando que las hembras que desovan dentro de este lapso después de la ablación presentan una alta probabilidad de tener más de un desove y aquellas que no lo hicieron no desovan en los siguientes 19 días o solo presentan un desove.

La producción promedio de nauplios por hembra fue de 132.409 para las ablacionadas y de 130.627 para no ablacionadas, valores superiores los reportados por Cavalli (*et al.* 2007) en *Penaeus paulensis*, con un promedio de 95.000 nauplios por hembra desovada, considerado como muy bueno teniendo en cuenta que son animales en cautiverio, sin embargo, es un valor que se asemeja mucho al número de nauplios que pudieran obtenerse en desovadoras del medio salvaje.

Diferencia que se atribuye a la nutrición de los reproductores (96.3% alimento fresco y 3.7% balanceado de 45% de proteína) para lograr una óptima maduración gonadal concordando con Pérez (2005), al sostener que la alimentación promueve la maduración sexual e influye en la fecundidad y la viabilidad de las larvas debido que la reproducción en los crustáceos conlleva a la movilización, biosíntesis y acumulación de nutrientes, en particular en hembras desde el hepatopáncreas hacia las gónadas.

Así mismo, Guerra (*et al.* 2010) reportaron en *Litopenaeus vannamei* provenientes del mismo lugar y mantenidos en ciclo de producción cerrado, que el número de nauplios por desove tampoco presentan diferencias estadísticamente significativas respecto al porcentaje de cópulas, obteniendo valores superiores a los 100 000 nauplios por desove. Estas coincidencias se deben a que la fecundidad y la índice de fecundidad son semejantes, hecho que se sustenta en la variabilidad genética y ambiental.

La ablación del pedúnculo ocular incrementó el número de desoves y por ende el número de ovocitos ($1'589.240 \pm 624.278$) y nauplios ($1'321\ 445 \pm 549.876$) en comparación a las hembras no ablacionadas ($1'156.064 \pm 510.142$ y 903.942 ± 400.391 , respectivamente), porque presentaron un alto potencial reproductivo contribuyendo a la mayor parte de producción de nauplios, puesto que presentan una capacidad de desove múltiple significativa, atribuyéndose a factores ambientales, nutricionales, edad, tamaño y de un componente genético, indicado por Arcos (*et al.* 2003) y Arcos e Ibarra (2010), al considerar que hembras con la capacidad de desovar múltiples veces, son adecuadas para incrementar la producción de camarón, con la obtención de larvas de calidad y que las fases tempranas del desarrollo gonádico están determinadas genéticamente, sustentadas por las altas heredabilidades encontradas para los caracteres diámetro medio de los ovocitos (DM) e índice de madurez o madurez del ovario (MO) con valores de $h^2 = 0.57$ y $h^2 = 0.71$.

La producción de ovocitos maduros se incrementó paulatinamente en el tiempo, llegando a un nivel máximo a los 38 días para luego observar un descenso significativo a partir de los 42 días, siendo más pronunciado el indicado descenso en hembras no ablacionadas. Según Ibarra (*et al.* 2005) se debe a que durante el período de producción los reproductores van teniendo un desgaste fisiológico por lo que Villón (*et al.* 2009), reportaron con respecto a la edad y el peso de los reproductores, que no deberían ser utilizados por un período mayor de tres meses, para asegurar una producción óptima.

En relación a la alimentación de los reproductores, esta se basó en el 27% de la biomasa consistiendo en 96.3% alimento fresco y el 3.7% balanceado de 45% de proteína, se consideró tres raciones diarias para lograr una óptima maduración gonadal, concordando con Pérez (2005), al sostener que la alimentación promueve la maduración sexual e influye en la fecundidad y la viabilidad de las larvas debido que la reproducción en los crustáceos

conlleva a la movilización, biosíntesis y acumulación de nutrientes, en particular en hembras desde el hepatopáncreas hacia las gónadas.

Conclusiones

La ablación unilateral del pedúnculo ocular acelera el proceso de maduración sexual, tiempo de maduración de los ovocitos, fecundidad en *Penaeus vannamei* y consecuentemente aumenta la producción de nauplios.

El tiempo promedio de maduración de los ovocitos en hembras ablacionadas fue 5.49 ± 1.93 días, en hembras no ablacionadas fue 6.38 ± 2.00 días.

La fecundidad promedio de ovocitos en cada caso fue $78.60\% \pm 7.85\%$ y $78.79\% \pm 7.77\%$; el índice de fecundidad promedio fue 4.34 ± 2.03 y 4.36 ± 2.51 respectivamente.

Los ovocitos viables provenientes de hembras ablacionadas fue $1'589.240 \pm 624.278$ y de las hembras no ablacionadas fue $1'156.064 \pm 510.142$.

La producción promedio de nauplios hábiles en hembras ablacionadas fue de $1'321.445 \pm 549.876$, mientras que en hembras no ablacionadas fue de 903.942 ± 400.339 .

Las hembras ablacionadas y no ablacionadas, presentaron diferente potencial reproductivo, observándose hembras ablacionadas con capacidad de desoves múltiples (entre 12 a 23 desoves) mientras que en las no ablacionadas no presentaron disparidad en los desoves.

Referencias

- Arcos, G., Ibarra, A. M., Vásquez-Boucard, C. y Racotta, I. S.
2003 "Feasible predictive criteria for reproductive performance of white shrimp *Penaeus vannamei*: egg quality and female physiological condition". *Aquaculture*. 228: 335-349.
- Arcos, G. Fe Ibarra, A. M.
2010 "Análisis fisiológico y genético del desempeño reproductivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*". Tesis. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIB-NOR). Recuperado el 7 de junio de 2010. <http://hdl.handle.net/1834/3524>.
- Calzada, J.
1982 *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima: Milagros.
- Cavalli, R. O., Scardua, M. Py Wasielesky, W. J.
2007 "Reproductive performance of different-sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females". *Journal of the World Aquaculture Society*. 28: 260-267.
- Diwan, A.
2005 "Current progress in shrimp endocrinology. A review". *Indian Journal of Experimental Biology*. 43: 209-223.
- Guerra, M., Valdívila, L. A., Pérez, L., Mejías, J. y Jiménez, R.
2010 "Desempeño reproductivo de dos líneas de reproductores de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* introducidos en Cuba". *Revista Electrónica de Veterinaria*. 1695-75042010. Vol. 11. Nº 7.
- Gómez, L. y Arellano, E.
1990 *Guías prácticas preliminares para la maduración y desove en cautiverio del camarón *penaeoide* en el Ecuador*. Guayaquil.
- Huberman, A.
2000 "Shrimp endocrinology". *Aquaculture*. 191: 191-200.

Hidalgo, M.

1997 *Efecto de la composición nutricional de Artemia enriquecida en la reproducción de Penaeus vannamei*. Tesis de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

Ibarra, A., Racotta, I., Palacios, E. y Arcos, F.

2005 "Genetics of multiple spawning capacity in shrimp". La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste.

Pérez, L.

2005 "Fisiología y calidad reproductiva de machos de camarón blanco *Penaeus schmitti* en condiciones de cautiverio". Tesis del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. México.

Vaca, A.

1999 "Ovarian maturation and spawning in the white shrimp *Penaeus vannamei* by serotonin injection". *Aquaculture*. 182: 373-385.

Villón, N., Peñafiel, B. y Ramón, J.

2009 "Importación de reproductores y nauplios de *Penaeus vannamei*, para su crianza y exportación al Perú, como post-larva". Guayaquil: Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.