

Volumen de agua disponible para el desove de hembras del camarón marino *Penaeus vannamei* Water volume available for spawning of females of the marine shrimp *Penaeus vannamei*

Alexander Varela Mejías

Laboratorio Sea Farmers, Sinaloa, México

Correspondencia: Alexander Varela Mejías,  E-mail: alexander.varela@gmail.com

Comunicación corta | Short communication

Palabras clave

Producción
Huevos por hembra
Espacio disponible
Rendimiento

RESUMEN | Se realizó un ensayo diseñado para evaluar el impacto generado por incrementos del volumen de agua disponible en el área de desoves, en un laboratorio de producción de post larvas del camarón marino *Penaeus vannamei*. En dicho ensayo, se realizaron desoves utilizando volúmenes de 70, 100, 140 y 200 L por hembra. Se recopiló y analizó la información obtenida en cada tratamiento durante 6 días y se observó un patrón de incremento directamente proporcional al volumen de agua disponible y la cantidad de huevos obtenidos. Los resultados indicaron, tomando como base los huevos obtenidos en los tanques de 70 L, que se presentaron incrementos de 9,4 %, 17,3 % y 31,6 % en los tratamientos de 100, 140 y 200 L, respectivamente. Se evidenció que, a mayor espacio disponible, se obtienen mayores rendimientos de huevos por hembra.

Keywords

Production
Eggs per female
Available space
Yield

ABSTRACT | A trial was conducted designed to assess the impact generated by increases in the water volume available in the spawning area of a laboratory for the production of post larvae of the marine shrimp *Penaeus vannamei*. In this trial, spawning was performed using volumes of 70, 100, 140 and 200 L per female. The information obtained in each treatment was collected and analyzed over a period of 6 days and an increase pattern was observed directly proportional to the volume of water available and the number of eggs obtained. The results indicated, based on eggs obtained in 70 L tanks, that there were increases of 9.4 %, 17.3 % and 31.6 % in treatments of 100, 140 and 200 L, respectively. It was evidenced that, the greater the available space, the higher the egg yields per female.

INTRODUCCIÓN

En sus inicios, los productores de camarón, capturaban las post larvas para el abastecimiento de sus granjas de fuentes naturales, como esteros y humedales cercanos (Treece, 2001; Varela y Varela, 2019). No obstante, el uso de estos animales silvestres conlleva una gama de riesgos potenciales, entre los que están la composición multi especies de las capturas, la disparidad de tallas obtenidas, amplias fluctuaciones en abundancia y disminución de las poblaciones naturales debido a la sustracción de animales y destrucción de sus hábitats (Treece, 2001). Sin olvidar el riesgo de introducción de patógenos y el impacto generado sobre las poblaciones naturales (Alfaro *et al.*, 2010).

Paralelo a ello, como consecuencia de la expansión en la actividad camaronera en América, la cual se basó en sus inicios en el uso de especies autóctonas, como el *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris* en la costa del Pacífico, y *P. setiferus*, *P. duorarum* y *P. aztecus* en la costa Atlántica, generó, en muchos casos, resultados poco satisfactorios. Esto condujo hacia la aplicación de un cambio de estrategia, consistente en la introducción de especies propias del Pacífico en regiones de la costa Atlántica del continente. Estrategia que luego fue aplicada en otras regiones, por ejemplo, con la introducción realizada de *P. vannamei* en Asia (Figueredo *et al.*, 2019).

Debido a ello, algunas empresas desarrollaron producciones variables de post larvas, con tecnologías básicas y escaso conocimiento sobre los requerimientos de los animales, para lograr, gradualmente, que las post larvas obtenidas durante los meses de escasez de animales silvestres, igualaran y pasaran a suplir y cubrir la totalidad de los requerimientos de la creciente demanda (Pratt y Quijandría, 1997).

En la actualidad, esta producción de post larvas, sobre todo considerando la reducción de las utilidades, originadas por los impactos recurrentes de las patologías y los constantes incrementos en los costos de producción, han generado una gran presión sobre la optimización de los sistemas productivos en la camaronicultura.

El éxito de un cultivo, así como la viabilidad de una industria regional, están condicionados por una serie de factores externos e internos, entre los que figura la disponibilidad de una fuente confiable de post larvas. Su producción masiva de alta calidad y viabilidad, es la clave para una acuicultura moderna de camarón. Asegurar la obtención de animales saludables y vigorosas, es una condición fundamental para un buen inicio del ciclo de cultivo (Cuéllar-Anjel *et al.*, 2010).

Como resultado de esto, se tornó necesario mejorar los índices de desempeño de todas las etapas de la cadena de producción. Esto incluye, forzosamente, a los laboratorios de producción de post larvas, para reducir los costos y maximizar el uso de los recursos, espacio y tiempo. Condición necesaria para competir en el mercado en precio y calidad, lo que obliga a la optimización de los departamentos de maduración, desove, eclosión y larvicultura.

Con este fin, durante los últimos años se han realizado múltiples investigaciones que buscan elevar los índices de producción y rendimiento. Dentro de este contexto, se han realizado diferentes pruebas en aspectos que incluyen la nutrición, parámetros físico-químicos de las aguas, densidades, líneas genéticas, etc.

Del mismo modo se han realizado ensayos sobre el tamaño ideal de las áreas destinadas para el desove de las hembras, Platon (1978), sugería usar de 100 a 300 L por hembra en la especie *Penaeus monodon*. Pero enfocado principalmente en la realización de un control cuantitativo de los desoves por hembra y no en el confort o eficiencia de los animales.

Por su parte Browdy (1992), sugería volúmenes de agua que oscilaban entre 150- 500 L por tanque, sin especificar la densidad de las hembras. Tiempo después, Lotz y Ogle (1994), reportaban una tendencia a incrementar el volumen de los tanques de desove para *Penaeus vannamei*.

En un estudio realizado por Ogle (1995), sobre la influencia de las condiciones de desove, si bien hubo un efecto positivo significativo en los desoves con el tamaño del tanque de desove para *P. vannamei*, no se pudo establecer con claridad la razón. Aun así, comentó que la diferencia de la profundidad del tanque no pareció tener un efecto en la tasa de eclosión, pero si lo referente al área disponible. Esto sugiere que mientras las hembras dispongan de suficiente área para el desove sin restricciones, la profundidad del agua para el camarón parece no tener ningún efecto sobre la tasa de desoves. El área del tanque podría así, desempeñar un papel importante en los desoves y posterior eclosión. Sobre este tema, se han publicado recomendaciones en las cuales se indica que el área de desoves debe disponer, óptimamente de 300 L/hembra en desoves individuales hasta 5000 u 8000L en desoves colectivos, dependiendo de tipo de desove usado (FAO, 2004).

Estudios adicionales, indican que el tamaño adecuado del tanque de desove, así como la higiene y la calidad del agua son variables muy importantes para maximizar el número y la calidad de los nauplios producidos por desove. Esto también ha sido reportado para especies como *Farfantepenaeus paulensis*, donde las hembras maduras se transfieren a tanques de desove con un volumen de agua que varía de 90 a 120 L por hembra copulada (Peixoto *et al.*, 2005).

Para *P. vannamei* se han utilizado diferentes volúmenes y espacios de agua disponible por hembra. Por ejemplo, la empresa Texcumar en Ecuador, ensayaron con rangos que oscilaron entre los 75 y 100 L de agua por hembra desovando (Sánchez, 2006).

Actualmente se continúan utilizando diferentes modalidades y sistemas de producción en laboratorios de maduración y larvicultura. Pero con especificaciones variadas y sin un consenso aparente. Aun así, en forma

generalizada, se considera que el control de la maduración y el desove, tanto en cantidad como en calidad del agua, es un factor importante en el desarrollo de la acuicultura comercial de camarones penaeidos (Kannan *et al.*, 2015).

Con el fin de determinar el efecto al incrementar los volúmenes de agua disponibles por hembra en los tanques de desove, se establece la necesidad de realizar pruebas sobre su efecto en los índices de producción, mediante un diseño experimental simple, estadísticamente validado. Este trabajo presenta los resultados obtenidos en una prueba realizada en un laboratorio de maduración comercial, bajo las condiciones especificadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron reproductores de *P. vannamei* de 6 meses de edad, sanos, con un peso promedio de $35g \pm 1,5$, mantenidos en tanques de maduración a una densidad de 10 organismos por metro cúbico. Al inicio del ensayo, estos organismos contaban con 4 semanas de recibir dietas frescas de maduración.

Los parámetros físico-químicos se fueron similares entre tratamientos. La salinidad se ajustó a 28ups y la temperatura se mantuvo a $28,0^{\circ}C \pm 2$. El oxígeno disuelto se mantuvo con niveles mayores a 4ppm mediante aireación, con animales mantenidos en un sistema de fotoperiodo natural, con doce horas de claridad y doce de oscuridad.

El desove se realizó en tanques con dos metros cúbicos de capacidad cada uno (figuras 1 y 2), cilíndricos con un diámetro de 1,3m y 1,5m de altura, realizado por duplicado. Transfiriendo cuidadosamente a las hembras copuladas a ellos (figura 3) desde la sala de maduración y dejándolas en estos tanques por un periodo de cuatro horas durante las cuales desovaron, para ser posteriormente retornadas a sus tanques de maduración respectivos.

La cantidad de hembras por tanque se estimó de modo que el espacio se distribuyera de la siguiente manera:

- Tanques con un espacio disponible de 70L/hembra (grupo 1)
- Tanques con un espacio disponible de 100L/hembra (grupo 2)
- Tanques con un espacio disponible de 140L/hembra (grupo 3)
- Tanques con un espacio disponible de 200L/hembra (grupo 4)

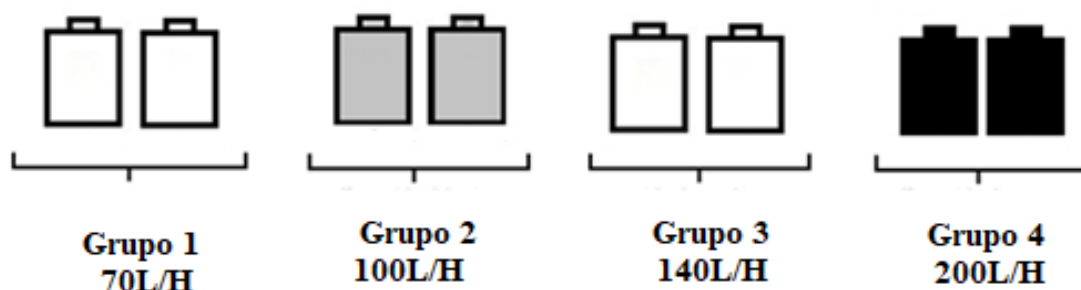


Figura 1. Distribución de los tanques de desove por grupo.

Los huevos depositados por tanque se colectaron diariamente y se cuantificaron mediante conteos volumétricos, tomando 5 muestras en una pipeta de 1ml y contándolos a contraluz, para luego extrapolar la cantidad promedio obtenida al volumen total. Este total por tanque se dividió entre el total de hembras y se calcularon los promedios ponderados por hembra. Dichos datos se obtuvieron por un periodo de 6 días, entre los grupos (se registraron los datos por tanque y por grupo).



Figura 2. Tanque similar a los utilizados para los desoves.

El tratamiento estadístico de la cantidad promedio total de huevos por hembra, se realizó mediante un análisis de regresión para determinar la correlación entre disponibilidad de agua y huevos producidos. Además, se realizó un Análisis de varianza (ANOVA), comparando los resultados diarios de desove para cada tanque y tratamiento. Considerando una significancia de $\alpha=0,05$.



Figura 3. Hembra de *P. vannamei* copulada, se observa claramente el “parche”, como una masa blanquecina, formado por el espermatóforo de un macho. Adherido entre los pereiópodos posteriores en la región del téllico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1. Se presentan los datos de desoves registrados para cada volumen de agua disponible en los diferentes tratamientos ensayados. Las columnas exhiben los conteos de los 6 días, por duplicado, por lo que se presentan 12 datos por tratamiento.

Tabla 1. Datos de huevos obtenidos por tratamiento.

	Huevos / hembra			
	70L	100L	140L	200L
	186 857	184 000	202 286	220 800
	185 714	172 000	258 286	236 800
	154 286	148 800	192 000	241 600
	129 000	148 800	236 571	217 600
	154 286	169 200	200 571	254 400
	150 857	192 000	198 857	174 000
	156 857	203 200	173 714	187 200
	212 571	162 400	184 000	225 600
	110 571	187 200	164 571	206 400
	155 143	160 800	128 571	220 000
	145 714	186 000	182 857	139 200
	163 714	170 400	113 143	184 800
Total	1 905 571	2 084 800	2 235 429	2 508 400
Promedio	158 798	173 733	186 286	209 033

En los tanques con un volumen de 70L de agua disponibles por hembra, el promedio de huevos por hembra fue de 158 798. En el tratamiento de 100L fue de 173 733. En el tratamiento 3, con 140L se obtuvo un promedio de 186 286 huevos y en el tratamiento de 200L se registró un promedio de 209 033 huevos por hembra. Mostrando un crecimiento progresivo y consistente entre los diferentes tratamientos.

Los promedios globales de huevos por hembra, para los diferentes tratamientos se muestran en la figura 3. En el gráfico se observa una correlación lineal entre el incremento de volumen disponible por hembra y los huevos obtenidos de ellas. El valor de R^2 fue de 0,9948, sustentando esta correlación.

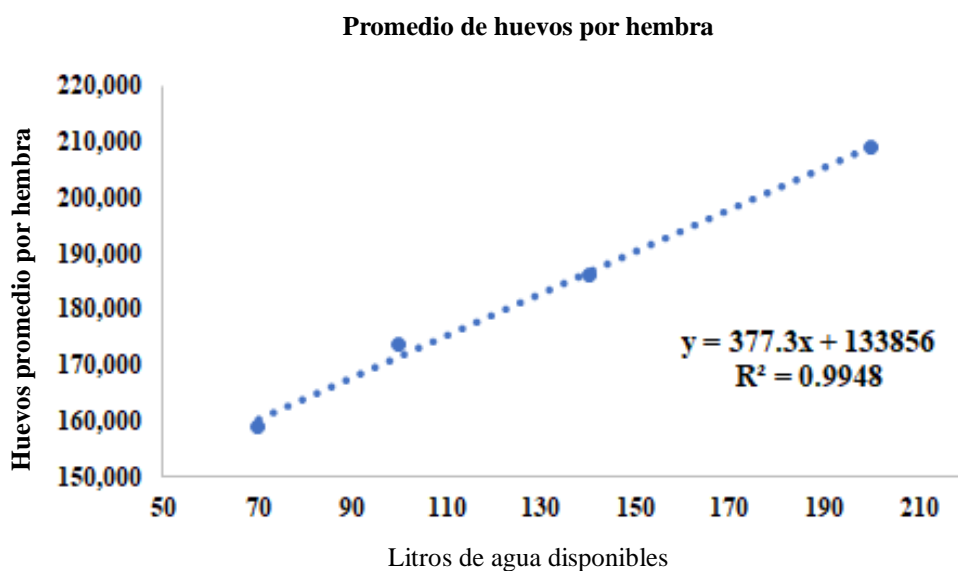


Figura 3. Correlación lineal entre espacio y huevos obtenidos por desove/hembra.

Al analizar los resultados obtenidos mediante un ANOVA, se constata que las diferencias entre tratamientos son estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Indicando que la cantidad de huevos obtenidos y el volumen de agua disponible por hembra presentan una correlación positiva.

Tomando como dato basal a la producción de huevos por hembra en el tratamiento de 70L, se presentaron incrementos promedio de 9,4%, 17,3% y 31,64% en los tratamientos de 100L, 140L y 200L, respectivamente. Bajo las condiciones experimentales utilizadas.

Estas diferencias pueden deberse a un mayor confort de las hembras durante el desove, el cual permitiría realizar la labor de liberación de los huevos en su totalidad, evitando los desoves parciales, así como desoves anormales caracterizados por formar masas precipitadas en el fondo de los tanques y los remanentes de carga ovígera no liberados. Generalmente asociados a estrés causado por acciones como el transporte, manipulación y hacinamiento de los animales (Treece y Fox, 1993; Alfaro, 2001).

Es posible, además, que la disponibilidad de mayor espacio y volumen de agua, evite que los animales interactúen y se estresen entre sí, de modo que no se presenten interferencias entre las actividades de desove de las hembras. Adicionalmente, no se descarta que la actividad de desoves sea acompañada de niveles significativos de metabolitos como el amonio y el nitrito (Intriago *et al.*, 2012), así como la posible liberación de hormonas. Sustancias que, en caso de acumularse, podrían inhibir los desoves de las hembras presentes, actuando como reguladores de la actividad reproductiva. Esto considerando que el control de maduración y desoves de estos organismos es controlado por sistemas hormonales. Sistemas que han sido descritos como antagónicos, donde coexisten hormonas que promueven y otras que inhiben la reproducción, siendo la interacción entre ellas el que determina la realización o no de la maduración y desoves (Alfaro, 2001).

La densidad alcanzada por los huevos liberados, también sería un factor a considerar, (Primavera, 1985) recomienda no exceder de 3000 huevos por litro de agua, por lo que incrementar el volumen de agua disponible podría presentar, adicionalmente, una mejoría en la condición de los huevos producidos.

Adicionalmente, el utilizar grandes volúmenes de agua para los desoves, de ser posible individualizados, no solo facilita las actividades de desove, sino que reduce el riesgo de contagio de enfermedades infecciosas, lo cual sería de gran importancia, sobre todo si se evita mezclar hembras copuladas provenientes de diferentes tanques de maduración (FAO, 2004).

Naturalmente, la cantidad de huevos producidos por hembra, presentará un máximo fisiológico posible, a partir del cual no se pueden generar incrementos, sin importar el espacio disponible, pero si sería posible optimizar los desoves, manejando adecuadamente las condiciones ambientales y el manejo de los animales.

Durante la realización del ensayo, no se observaron desoves parciales o abortos en ninguno de los tanques de prueba o en los grupos control, sin embargo, si se han observado y reportado en desoves previos (datos no mostrados).

Además de los datos cuantitativos de los desoves obtenidos, se requiere de análisis cualitativos de los mismos, incluyendo la calidad de los huevos y parámetros relacionados como porcentaje de fecundidad, eclosión y sobrevivencia. Trabajo propuesto para ensayos posteriores.

CONCLUSIONES

El espacio físico disponible, destinado para el desove de las hembras de *P. vannamei* copuladas, genera un efecto directo sobre la cantidad de huevos obtenidos de dichos desoves. Comparando entre grupos a los cuales no se ha impuesto ningún otro tipo de variable. Presentando una correlación positiva, marcadamente influenciada, con las condiciones de mayor espacio por hembra.

Estas diferencias cuantitativas podrían ser originadas en un mayor confort de los animales, durante la actividad de desove, lo cual reduciría las condiciones de estrés a las que se someten en altas densidades o espacios reducidos.

No se dispone de información sobre la posible influencia de acumulación de metabolitos u hormonas en el agua contenida en espacios reducidos. Sin embargo, estas variables no se pueden descartar, siendo tema de investigación para futuros ensayos.

El ajuste de las densidades en los tanques de desoves, además de incrementar los rendimientos de producción de huevos, reduce los riesgos de contagio de enfermedades infecciosas, sobre todo si se evita mezclar reproductores provenientes de diferentes tanques de maduración, siendo este un aporte importante al manejo bioseguro de los animales.

Tema de interés adicional para futuros trabajos, lo constituye el análisis cualitativo de los desoves obtenidos, con variables como porcentajes de eclosión, sobrevivencia, rendimientos y calidad de larva, bajo los diferentes tratamientos utilizados.

REFERENCIAS

- Alfaro J. (2001). Controlled reproduction of penaeid shrimp: a contribution to its improvement. Recuperado en línea de: <https://edepot.wur.nl/196947>
- Alfaro R., Guevara M., Gonzáles I. (2010). Prevalencia y distribución de los principales agentes etiológicos que afectan los langostinos silvestres en Tumbes, Perú. *Revista Peruana de Biología* 17(3): 359-364.
- Browdy C. (1992). A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: Perspectives on controlled shrimp maturation systems for high quality nauplii production. In: Wyban, J. (ed.), 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, p22-51. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. 301 pp.
- Cuéllar-Anjel J., Lara C., Morales V., De Gracia A., García Suárez O. (2010). Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA-OSPESCA, C.A. pp. 132.
- FAO (2004). Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en América Latina. Documento técnico 450. Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura. Dirección de Recursos Pesqueros. Departamento de Pesca de la FAO. 79 pp.
- Figueredo A., Patti J., de la Fuente R. (2019). Evaluación del desempeño reproductivo de una cepa domesticada de *Penaeus vannamei* en una maduración comercial. *Revista Aquatic*. 53: 18–31.
- Intriago P., Espinoza J., Cabrera J., Sanchez A., Navarrete A. (2012). Nitrogen Flow in a Recirculating Operation of *Litopenaeus vannamei* Maturation in Ecuador. *Journal of Aquaculture Research and Development* 3:153 DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000153>.
- Kannan D., Thirunavukkarasu P., Jagadeesan K., Shettu N., Kumar A. (2015). Procedure for Maturation and Spawning of Imported shrimp *Litopenaeus vannamei* in Commercial Hatchery, South East Coast of India. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 6: 146.
- Lotz J., Ogle J.T. (1994). Reproductive performance of the white legged shrimp *Penaeus vannamei* in recirculating seawater systems. *Journal of the World Aquaculture Society* 25(3):477-482. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1994.tb00233.x>.
- Ogle J. T. (1995). A Study of Factors Influencing the Hatch Rate of *Penaeus vannamei* Eggs. I. Effects of Size, Shape and Volume of the Spawning Tank. *Gulf Research Reports* 9 (2): 123-126.

- Peixoto S.S., Cavalli R.O., Wasielesky W. (2005). Recent developments on broodstock maturation and reproduction of *Farfantepenaeus paulensis*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48 (6): 997-1006.
- Platon R. (1978). Design, operation and economics of a small-scale hatchery for the larval rearing of sugpo, *Penaeus monodon* Fab. Aquaculture Extension Manual N° 1. Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center Tigbauan, Iloilo, Philippines. 3678 pp.
- Pratt L., Quijandría G. (1997). Industria del Camarón en Honduras: Análisis de Sostenibilidad. Doc. CEN 742. Recuperado de: <http://x.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen742.pdf>
- Primavera H.J. (1985). A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeids. In: Taki, Y., Primavera J.H., and Llobrera, J. A. (Eds.), Proceedings of the First on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimp, Aquaculture Department, SEAFDEC, Iloilo, Philippines, pp. 47-64.
- Sánchez K. (2006). Procedimientos técnicos para producción de nauplios de la Empresa TEXCUMAR S.A., Zamorano. Ecuador.
- Treece G, D. (2001). Aclimatación y siembra de post larva, en Haws, M; Boyd, C, E. (Eds.). Método para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Imprenta UCA, Managua. 296 pp.
- Treece G.D., Fox J.M. (1993). Design, Operation and Training Manual for an Intensive Culture Shrimp Hatchery, with Emphasis on *P. monodon* and *P. vannamei*. TAMU-SG-93-505. Texas A&M University, Sea Grant College Program, Galveston, Texas, USA. 204.pp.
- Varela Mejías A., Varela Moraga K, T. (2019). La camaronicultura como fuente sustentable de alimentos de origen animal. Logros, retos y oportunidades. *Ecología y Desarrollo Sostenible*. 1: 1-12.

Recibido: 01-03-2021
Aprobado: 07-04-2021
Versión final: 12-04-2021

