






Artículo de investigación

Efectos de dietas con poliquetos sobre el crecimiento y fecundidad de hembras del camarón de agua dulce *Macrobrachium caementarius*

Effects of polychaete-based diets on the growth and fecundity of female freshwater prawn *Macrobrachium caementarius*

Edward Saldaña-Rodríguez ¹, Iliana Zavala-Zavaleta ¹, Gladis Melgarejo-Velásquez ^{2*}

¹. Egresado de la Escuela de Biología en Acuicultura. Universidad Nacional del Santa. Ancash, 02712, Perú.

². Departamento Académico de Biología, Microbiología y Biotecnología. Universidad Nacional del Santa. Ancash, 02712, Perú.

Recibido: 29 agosto 2025. Aceptado: 05 diciembre 2025. Publicado online: diciembre 2025.

Resumen

El objetivo fue evaluar los efectos de dietas con poliquetos sobre el crecimiento y fecundidad de hembras del camarón de agua dulce *Macrobrachium caementarius*. Las hembras inmaduras fueron cultivadas en nueve acuarios (55 L) y alimentados durante tres meses con tres dietas experimentales (poliquetos frescos, harina de poliquetos y dieta basal). Los tratamientos dietarios se realizaron con tres repeticiones. Las hembras alimentadas con poliquetos frescos y con harina de poliquetos, mostraron mayor crecimiento tanto en longitud como en peso ($p < 0,05$), en comparación con la dieta basal. La fecundidad fue mayor ($p < 0,05$) en las hembras alimentadas con poliquetos frescos (3166 huevos/hembra) respecto a la dieta basal (1820 huevos/hembra) pero no difirió de manera significativa de la dieta con harina de poliquetos (2656 huevos/hembra). En conclusión, tanto los poliquetos frescos como harina de poliquetos suplementados en una dieta balanceada favorecen el crecimiento de las hembras del camarón, sin embargo, únicamente los poliquetos frescos incrementan de forma significativa la fecundidad. Se recomienda continuar con investigaciones orientadas al desarrollo de dietas que optimicen simultáneamente el crecimiento y el desempeño reproductivo de las hembras de esta especie.

Palabras clave: Alimento fresco, dietas balanceadas, nutrición, reproducción

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of polychaete-based diets on the growth and fecundity of female freshwater prawn *Macrobrachium caementarius*. Immature females were reared in nine aquaria (55 L) and fed for a period of three months with three experimental diets: fresh polychaetes, polychaete meal, and a basal diet. Each dietary treatment was conducted using three replicates. Females that were fed fresh polychaetes and polychaete meal showed significantly greater growth in both length and weight ($p < 0.05$) compared to those fed the basal diet. Fecundity was significantly higher ($p < 0.05$) in females that consumed fed fresh polychaetes (3166 eggs per female) compared to those on the basal diet (1820 eggs per female), although it did not differ significantly from the polychaete meal diet (2656 eggs per female). In conclusion, both fresh polychaetes and polychaete meal, when supplemented in a balanced diet, promoted the growth of female prawns; however, only fresh polychaetes significantly enhance fecundity. Further research is recommended to develop diets that optimize both growth and reproductive performance in female specimens of this species.

Keywords: Fresh food, balanced diets, nutrition, reproduction

<https://doi.org/10.71173/rev.punkuri.cienc.acuat.2025.v1n1.02>

*Autor de correspondencia: gmelgarejo@uns.edu.pe (G. Melgarejo-Velásquez)

ISSN-L: 3084-7672



1. Introducción

Los poliquetos poseen una composición nutricional en proteínas y ácidos grasos altamente insaturados, esenciales para el crecimiento y la maduración de hembras de crustáceos (Chimsung, 2014; Pombo et al., 2020; Li et al., 2025). Asimismo, contienen hormonas como progesterona y testosterona (Mouneyrac et al., 2006), además de prostaglandinas, las cuales favorecen el desarrollo ovárico en los crustáceos (Deenarn et al., 2020). Debido a estas características, los poliquetos son considerados una de las dietas frescas más eficaces para la maduración de los crustáceos, que superan a otros alimentos frescos como mejillones y calamares (Estante-Superio et al., 2023). Esta superioridad se evidencia principalmente cuando se emplean como dietas vivas, capaces de satisfacer las necesidades nutricionales naturales de los camarones reproductores (Li et al., 2025).

La fecundidad en los crustáceos decápodos se clasifica en tres categorías: fecundidad potencial (número de ovocitos presentes en el ovario), fecundidad realizada (número de huevos depositados en el abdomen) y fecundidad actual (número de larvas eclosionadas) (Stechey & Somers, 1995). Estas categorías han sido objeto de estudio en diversas especies, entre ellas los cangrejos *Cyrtograpsus angulatus* y *Chagmasnathus granulata* (Luppi et al., 1997), así como *Sesarma rectum* (Leme, 2004). La fecundidad realizada ha sido analizada en *Palaemon northropi*, *P. pamboliformis*, *Macrobrachium acanthurus* y *M. olfersii* (Anger & Moreira, 1998), *Periclimenes paivai* (Rocha et al., 2017) y en la langosta *Scyllarus arctus* (Fernández et al., 2021). Asimismo, tanto la fecundidad potencial como la realizada han sido determinadas en *Homarus americanus* (Goldstein et al., 2022). En *M. caementarius* se ha documentado que la fecundidad realizada aumenta con el tamaño del camarón (Baltazar & Colán, 2014; Incio et al., 2018), pero disminuye con los desoves sucesivos (Zavala-Zavaleta et al., 2022).

El camarón *M. caementarius* habita en los ríos de Perú y Chile (Moscoso, 2012). En el Perú, la extracción registrada alcanza las 846 t (PRODUCE, 2025), destinadas principalmente al mercado nacional, dada su relevancia en la gastronomía. Los estudios sobre la nutrición de hembras de camarón han demostrado que dietas con poliquetos (*Pseudonereis* sp., *Neanthes succinea*, *Halosydna brevisetosa* y *Nereis pelágica*) mejoran el rendimiento reproductivo (Bazán et al., 2011; Zavala-Zavaleta et al., 2022). Sin embargo, aún no se conoce si otras especies de poliquetos favorecen simultáneamente el crecimiento de hembras. Diversas especies como *Nereis*, *Polydora*, *Neanthes*, *Hydroides*, *Halosydna* y *Steggoa*, han sido reportadas en estructuras de cultivo marino en Perú (Loayza & Tresierra, 2014), lo que sugiere que podrían aportar nutrientes esenciales para el crecimiento y el proceso reproductivo, tal como ocurre en otros crustáceos (Zhu et al., 2023; Li et al., 2025). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de dietas con poliquetos en el crecimiento y la fecundidad de hembras del camarón de agua dulce *M. caementarius*.

2. Materiales y métodos

2.1. Las dietas y el diseño experimental

Los ingredientes de la dieta basal (Tabla 1) fueron

procesados siguiendo la metodología descrita por Guevara (2003). Los pellets fueron obtenidos mediante una prensa manual, secados (45°C por 48 h), quebrados en fragmentos de 3 mm y almacenados en bolsas hasta su uso. Los poliquetos vivos fueron colectados de las linternas de cultivo de *Argopecten purpuratus* (Bahía de Samanco, Ancash, Perú) y transportados en cajas con gel refrigerante (~ 5°C). Los poliquetos identificados (Banse & Hobson, 1974; De León, 1999) correspondieron a *Neanthes succinea*, *Halosydna brevisetosa* y *Nereis pelágica*. Posteriormente, los poliquetos fueron lavados, cortados (~5 mm) y congelados (-2°C) por un máximo de cinco días, con el fin de ser utilizados como alimento fresco. En paralelo, otra fracción de los poliquetos fue secada (45°C por 48 h), y la harina obtenida se incorporó a la dieta basal en la proporción de 18%, según lo sugerido por Hoa et al. (2009). Los tratamientos dietarios consistieron de poliquetos frescos, harina de poliquetos, y la dieta basal (control), cada uno con tres repeticiones.

2.2. Camarones

Los camarones procedieron del río Pativilca (10°39'40" S, 77°39'20" W) (Lima, Perú) fueron extraídos por pescadores locales mediante captura manual con buceo. En el laboratorio se verificaron el género y la especie mediante una clave taxonómica (Méndez, 1981). El sexo de las hembras se verificó por observación del poro genital en los coxopoditos del tercer par de periópodos. Los camarones fueron alimentados con una dieta balanceada durante ocho días. Posteriormente, fueron seleccionados camarones hembras (n = 54) inmaduras y sin masa ovígera (Reyes, 2014). Las hembras seleccionadas al azar presentaron apéndices cefalotorácicos completos, tuvieron una longitud total de 5,79 ± 0,19 cm, registrada con vernier digital (± 0,01 mm) y un peso total fresco de 5,87 ± 0,19 g, determinado con balanza ADAM AQT 600 (± 0,1 g).

2.3. Sistema de cultivo y alimentación de camarones

Los camarones fueron cultivados en nueve tanques (55 L). En cada tanque se dispusieron seis recipientes de cultivo individual, según la metodología previamente descrita (Reyes-Avalos, 2016). La tasa de alimentación correspondió al 8% del peso fresco de la hembra en el caso de la dieta basal y de la dieta con la de harina de poliquetos, mientras que para la dieta con poliquetos frescos fue del 15% (Bazán et al., 2011). El alimento fue administrado una vez al día (19:00 h), durante un periodo de tres meses. En el presente estudio se consideró la normativa peruana vigente (Ley 30407, Ley de Protección y Bienestar Animal) y los camarones fueron manipulados con extremo cuidado para minimizar cualquier afectación.

2.4. Crecimiento y supervivencia

Los parámetros de crecimiento en peso y la supervivencia, fueron calculados mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Ganancia porcentual (\%)} = \frac{(X2 - X1)}{X1} \times 100$$

$$\text{Tasa de crecimiento específica } \left(\frac{\%}{\text{día}} \right) = \frac{[\ln X2 - \ln X1]}{t2 - t1} \times 100$$

$$\text{Supervivencia} = \frac{Ni \times 100}{No}$$

Dónde X1 y X2 es el peso húmedo (g) o longitud total (cm),

inicial y final; ln X1 y ln X2 es el logaritmo natural del peso o la longitud inicial y final y t1 y t2 es el tiempo en días. No y Ni es el número inicial y final de camarones.

2.5. Fecundidad

Las hembras con huevos recién desovados fueron utilizadas para extraer tres submuestras (anterior, medio y posterior) de cada masa ovígera. La submuestra de huevos fue pesada en balanza analítica digital AG 221LX ($\pm 0,001$ g), y posteriormente fue extendida sobre una placa Petri para su registro fotográfico mediante un dispositivo celular (Huawei Y72018 de 13 megapíxeles). El número de huevos presentes en cada imagen fue contabilizado, y a partir de estos datos se calculó la fecundidad (Número de huevos/hembra) con la fórmula de Bazán et al. (2011):

$$Fecundidad = \frac{[(PHCH - PHSH) \times NHM]}{PMH}$$

Donde PHCH es el peso de la hembra con huevos, PHSH es el peso de la hembra sin huevos, NHM número de huevos de la muestra y PMH es el peso de huevos en la muestra.

2.6. Calidad del agua

El oxígeno disuelto en el agua se midió con Oxímetro digital YSI 500 ($\pm 0,01$ mg/L), la temperatura con un termómetro digital ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) y el pH con un pH-metro Phep 5 HANNA ($\pm 0,1$ unidades). Estos parámetros fueron registrados semanalmente. En cambio, los nitritos y el amonio total se analizaron cada 15 días con un kit Sera ($\pm 0,1$ mg/L).

Tabla 1. Ingredientes, suplementación dietaria y composición proximal de las dietas.

Parámetros	Dieta basal	Dieta basal + Harina de poliquetos	Dieta con poliquetos frescos
Ingredientes (%)			
Harina de pescado	30,00	30,00	-
Harina de soya	21,00	21,00	-
Harina de maíz	16,70	16,70	-
Aceite de pescado	2,00	2,00	-
Aceite de soya	0,50	0,50	-
Aceite de maíz	0,50	0,50	-
Lecitina de soya	1,00	1,00	-
Polvillo de arroz	22,00	22,00	-
Melaza	3,00	3,00	-
Zeolita	2,00	2,00	-
Sal común	1,00	1,00	-
Complexvit ¹	0,30	0,30	-
Suplementación dietaria (%)			
Dieta basal	100,00	82,00	0
Dieta basal + harina de poliquetos	0	18,00	0
Poliquetos frescos	0	0	100,00
Composición proximal (%) ²			
Proteína cruda	28,86	32,21	31,16
Lípidos totales	8,22	9,27	9,34
Fibra cruda	19,98	11,31	11,48

¹ Comprende (kg⁻¹): Vitaminas A 8 g; E 7 g; B1 8 g; B2 16 g; B6 11,6 g; B12 0,02 g; C 5 g; D3 5 g; K3 1 g; Nicotinamida 10 g; Niacina 6 g; Biotina 0,3 g; DL Metionina 20 g; Pantotenato de calcio 47 g; Cloruro de sodio 2,7 g; Cloruro de potasio 34 g; Sulfato de magnesio 7 g; Maca 5 g; y Excipientes 1000 g.

² Zavala-Zavaleta et al. (2022).

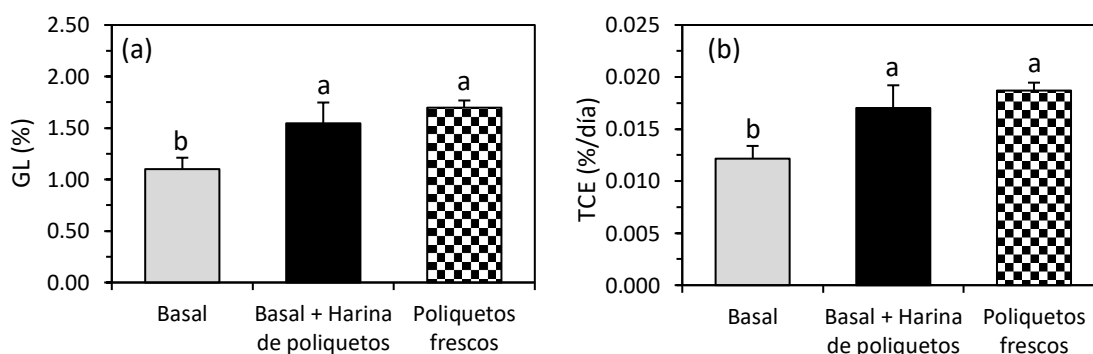


Figura 1. (a) Ganancia en longitud (GL) y (b) tasa de crecimiento específica (TCE) en longitud de hembras de *M. caementarius* alimentadas con diferentes tipos de dietas. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

2.7. Análisis estadístico

Los datos experimentales fueron sometidos a la prueba de Shapiro-Wilk y la igualdad de varianza con el test de Levene.

Las diferencias entre las medias de los tratamientos se estimaron por ANOVA simple y con la prueba de Duncan ($p < 0,05$). Los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS versión 25 para Windows.

3. Resultados

3.1. Crecimiento y supervivencia

La longitud de los camarones fue mayor ($p < 0,05$) en aquellos alimentados con poliquetos frescos (GL = 1,70% y TCE = 0,019 %/día) y con harina de poliquetos (GL = 1,55% y TCE = 0,017 %/día), en comparación con los alimentados con la dieta basal (GL = 1,10% y TCE = 0,012 %/día) (Fig. 1). Todos los camarones sobrevivieron durante el periodo de cultivo.

El crecimiento en peso también fue mayor ($p < 0,05$) en los camarones alimentados con poliquetos frescos (GP = 53,62% y TCE = 0,470 %/día) y con harina de poliquetos (GP = 51,34% y TCE = 0,455 %/día), en comparación con la dieta basal (GP = 45,18% y TCE = 0,412 %/día) (Fig. 2).

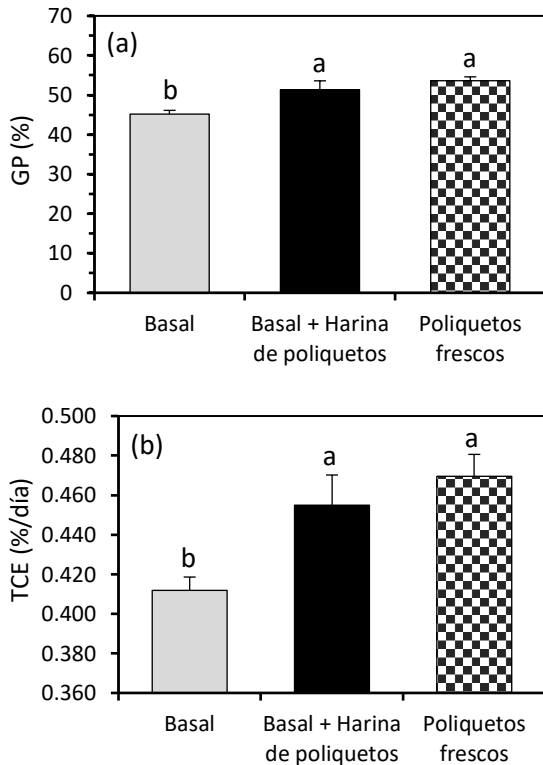


Figura 2. (a) Ganancia en peso (GP) y (b) tasa de crecimiento específica (TCE) en peso de hembras de *M. caementarius* alimentadas con diferentes tipos de dietas. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

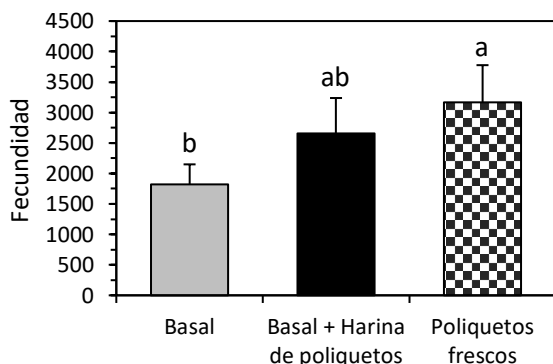


Figura 3. Fecundidad (Número de huevos/hembra) de *M. caementarius* alimentadas con diferentes tipos de dieta. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

3.2. Fecundidad

La fecundidad de los camarones fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en los alimentados con poliquetos frescos (3166 huevos/hembra) en comparación con la dieta basal (1820 huevos/hembra), aunque resultó similar ($p > 0,05$) en aquellos alimentados con harina de poliquetos (2656 huevos/hembra) (Fig. 3).

3.3. Calidad del agua

La calidad del agua fue similar ($p > 0,05$) entre tratamientos donde la concentración de oxígeno disuelto fue de $4,66 \pm 0,89$ mg/L, la temperatura de $21,32 \pm 0,25^\circ\text{C}$ y el pH de $6,86 \pm 0,57$. Los nitritos fueron de $0,12 \pm 0,05$ mg/L y el amonio total de $0,01 \pm 0,01$ mg/L.

4. Discusión

La calidad del agua durante el mantenimiento de las hembras de *M. caementarius* fue similar entre los tratamientos dietarios, y se mantuvo dentro de los rangos reportados para su ambiente natural (Zacarías & Yépez, 2015). Esto sugiere que las variaciones observadas en el crecimiento y la fecundidad de las hembras se atribuyen principalmente al efecto de las dietas proporcionadas en la presente investigación.

Los camarones alimentados con poliquetos frescos y con harina de poliquetos presentaron un mayor crecimiento en longitud y peso, resultado similar al reportado para *L. vannamei* al utilizar los poliquetos *Marphysa maxidenticulata* y *Perinereis nuntia* (Li et al., 2025). Estos hallazgos sugieren que los componentes nutricionales de los poliquetos contribuyeron a favorecer el crecimiento. Se ha documentado que los poliquetos contienen ácidos grasos poliinsaturados, entre ellos ácido araquidónico y ácido linoleico (Zhu et al., 2023) así como ácido eicosapentaenoico (Li et al., 2025), los cuales son esenciales para el crecimiento y la reproducción de *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. En el presente estudio, las dietas con poliquetos frescos y con harina de poliquetos registraron un mayor contenido de proteína (32% y 31%, respectivamente), en comparación con la dieta basal (28%), lo que probablemente contribuyó al crecimiento de los camarones. En *Metapenaeus ensis*, el rendimiento del crecimiento ha sido significativamente influenciado por diferentes niveles de proteína dietética (Xiao et al., 2023).

La dieta basada en poliquetos frescos promovió una mayor fecundidad en comparación con la dieta basal. Estos resultados sugieren la participación de hormonas reproductivas, tal como se ha reportado en *P. (Penaeus) monodon* (Meunpol et al., 2010) y en *P. (Litopenaeus) vannamei* (Phoonsamran et al., 2017; Ruan et al., 2020). En *P. (Litopenaeus) vannamei* se ha observado una mayor transferencia de nutrientes desde el hepatopáncreas hasta el ovario durante el proceso de desarrollo ovárico (Li et al., 2025). Asimismo, en *P. (Penaeus) monodon* se ha demostrado que el consumo de poliquetos influye en la biosíntesis de prostaglandinas y en las vías reguladoras de los ácidos grasos, efectos que pueden observarse en camarones intactos tras cuatro semanas de alimentación (Deenarn et al., 2020).

Por otro lado, en *P. (Penaeus) indicus* la fecundidad no mostró variaciones cuando se empleó el poliqueto *Marphysa iloiloensis* vivo como parte de una dieta combinada (Estante-Superio et al., 2023). De manera similar, la dieta suplementada

con harina de poliquetos no difirió con la dieta basal, lo que sugiere que la proporción de harina de poliquetos utilizada no fue suficiente para favorecer el crecimiento y mejorar la fecundidad del camarón.

En el presente estudio, la mayor fecundidad registrada (3166 huevos/hembra) en hembras de 5,79 cm de longitud total alimentadas con poliquetos frescos, fue comparable a la reportada para camarones de la misma especie y tamaño similar, con valores de 3405 huevos/hembra en ejemplares del río Mala (Baltazar & Colán, 2014) y de 3300 huevos/hembra en ejemplares del río Ocoña (Incio et al., 2018). Esto evidencia que la dieta con poliquetos frescos reproduce condiciones similares a las del entorno natural. Sin embargo, la combinación de la harina de poliquetos con una dieta balanceada no generó el efecto deseado. Por ello, resulta pertinente evaluar mayores proporciones de harina de poliquetos como suplemento en dietas balanceadas, con el fin de evitar impactos negativos en la fecundidad del camarón.

5. Conclusiones

En la presente investigación se demuestra por primera vez que las dietas con poliquetos frescos o en forma de harina de poliquetos incrementan significativamente ($p < 0,05$) el crecimiento de las hembras del camarón de agua dulce *M. caementarius*. Sin embargo, la fecundidad fue mayor ($p < 0,05$) únicamente en aquellas alimentadas con poliquetos frescos. Estos resultados aportan evidencia relevante para el desarrollo de dietas orientadas al crecimiento y la reproducción de las hembras de esta especie, y constituyen un avance en el manejo nutricional aplicado a su cultivo.

Contribución de los autores

Edward Saldaña-Rodríguez: Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Redacción revisión y edición. **Iliana Zavala-Zavaleta:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Escritura-Preparación del borrador original. **Gladis Melgarejo-Velásquez:** Análisis formal, Escritura-Preparación del borrador original, Redacción-revisión y edición.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

ORCID

Edward Saldaña-Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0001-5427-5438>

Iliana Zavala-Zavaleta: <https://orcid.org/0000-0002-0129-3576>

Gladis Melgarejo-Velásquez: <https://orcid.org/0000-0001-5467-8472>

Referencias bibliográficas

- Anger, K., & Moreira, G.S. (1998). Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, 18(4), 823-838. <https://doi.org/10.1163/193724098X00674>
- Banase, K., & Hobson, K.D. (1974). Benthic errantiate polychaetes of British Columbia and Washington. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada*, 185, 1-111. <https://siris-libraries.si.edu/ipac.jsp?&profile=liball&source=~!silibrarie s&uri=full=3100001~!46075~!0#focus>
- Baltazar, P.M., & Colán, C. (2014). Algunos aspectos biológicos pesqueros de *Cryphiops caementarius* "camarón de río" (Molina, 1782) en la cuenca baja del río Mala. *Científica* 11(1), 30-45. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/183/208>
- Bazán, M., Gámez, S., & Reyes, W.E. (2009). Rendimiento reproductivo de hembras de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) mantenidas con alimento natural. *Revista Peruana de Biología*, 16(2), 191-193. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i2.205>
- Chimsung, N. (2014). Maturation diets for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) broodstock: A review. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 36(3), 265-273.
- De León, J.A. (1999). Nereididae (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H011. México D. F. http://www.snib.mx/iptconabio/resource?r=SNIB-H011&v=1.2&request_locale=pt
- Deenarn, P., Tobwor, P., Vichai, V., Phomklad, S., Chaitongsakul, P., Leelatanawit, R., & Wimuttisuk, W. (2020). Polychaete consumption increased prostaglandin biosynthesis in female *Penaeus monodon*. *Reproduction*, 160(6), 873-885. <https://doi.org/10.1530/REP-20-0217>
- Estante-Superio, E.G. Mandarino, M.A.E., Santander-Avanceña, S.S., Geanga, T.M.M., Parado-Esteva, F.D., & Mamauag, R.E.P. (2023). Inclusion of live mud polychaete (*Marphysa iloiloensis*) in the feeding regime improved the hatchery performance of domesticated Indian white shrimp (*Penaeus indicus*). *Regional Studies in Marine Science*, 62, 102923. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102923>
- Fernández, L., García-Soler, C., & Alborés, I. (2021). Reproductive strategies under different environmental conditions: Total output vs investment per egg in the slipper lobster *Scyllarus arctus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 101, 131-139. <https://doi.org/10.1017/S0025315421000035>
- Goldstein, J.S., Zarrella-Smith, K.A., & Pugh, T.L. (2022). Recent declines in American lobster fecundity in southern New England: drivers and implications. *Journal of Marine Science*, 79, 1662-1674. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac083>
- Guevara, W.N. (2003). Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú*, 55. <https://studylib.es/doc/7831193/formulaci%C3%B3n-y-elaboraci%C3%B3n-de-dietas-para-peces-y-crust%C3%A1ceos>
- Hoa, N.D., Wouters, R., Wille, M., Thanh, V., Dong, T.K., Hao, N.V., & Sorgeloos, P. (2009). A fresh-food maturation diet with an adequate HUFA composition for broodstock nutrition studies in black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). *Aquaculture*, 297(1-4), 116-121. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.005>
- Incio, A., Campos, S., Pinazo, K., & Quiroz, M. (2018). Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) condición reproductiva durante diciembre 2017 - abril 2018 en ríos de Arequipa. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 35(1), 49-59. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3455>
- Leme, M.H.A. (2004). Fecundity and fertility of the mangrove crab *Sesarma rectum* Randall, 1840 (Grapsoidea) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 12(1), 39-44. https://www.crustacea.org.br/wp-content/uploads/2014/02/nauplius-v12n1a05.Leme_.pdf
- Li, S., Liu, H., Huang, W., Yang, S., Xie, M., Zhou, M., Lu, B., Li, B., Tan, B., Yang, Y., & Dong, X. (2025). Effect of three polychaetes on growth and reproductive performance, biochemical indices and histology of different tissues in the female Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* broodstock. *Animal Nutrition*, 21, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.11.020>
- Loayza, R., & Tresierra, A. (2014). Variación del "biofouling" en linternas de cultivo de "concha de abanico" *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Ancash, Perú. *Ciencia y Tecnología* 10(2),19-34. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/567/528>

- Luppi, T.A., Bas, C.C., Spivak, E.D., & Anger, K. (1997). Fecundity of two grapsid crab species in the Laguna Mar Chiquita, Argentina. *Archives Fisheries Marine Research*, 45(2), 149-166. <https://epic.awi.de/id/eprint/4250/>
- Méndez, M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 5, 1-170. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1028>
- Meunpol, O., Duangjai, E., Yoonpun, R., & Piyatitivorakul, S. (2010). Detection of prostaglandin E2 in polychaete *Perinereis* sp. and its effect on *Penaeus monodon* oocyte development in vitro. *Fisheries Science*, 76(2), 281-286. <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0208-8>
- Mouneyrac, C., Pellerin, J., Moukrim, A., Alla, A.A., Durou, C., & Viault, N. (2006). In situ relationship between energy reserves and steroid hormone levels in *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) from clean and contaminated sites. *Ecotoxicological and Environmental Safety*, 65(2), 181-187. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.07.002>
- Moscoso, V. (2012). Catalogue decapod and stomatopod crustaceans of Peru. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 27(1-2), 8-207. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2190>
- Phoonsamran, K., Direkbusarakom, S., Chotipuntu, P., Hirono, I., Unajak, S., Summpunn, P., & Wuthisuthimethavee, S. (2017). Identification in expression of vitellogenin gene in polychaetes (*Perinereis* sp.). *Journal of Fisheries and Environment*, 41(1), 1-11. <https://li01.cti-thaijo.org/index.php/JFE/article/view/87732>
- Pombo, A., Baptista, T., Granada, L., Ferreira, S.M.F., Gonçalves, S.C., Anjos, C., Erica, S.A., Chainho, P., Cancela da Fonseca, L., Fidalgo e Costa, P., & Costa, J.L. (2020). Insight into aquaculture's potential of marine annelid worms and ecological concerns: A review. *Reviews in Aquaculture*, 12(1), 107-121. <https://doi.org/10.1111/raq.12307>
- PRODUCE. (2025). *Anuario estadístico pesquero y acuícola 2024*. Ministerio de la Producción, Perú. <https://www.produccionpesca.gob.pe/pesca-anuarios>
- Reyes, W. (2014). Interrelationship of moult cycle, ovarian cycle and embryonic development in females of *Cryphiops caementarius* Molina 1782 (Crustacea, Palaemonidae). *Intropica*, 9, 33-42. <https://doi.org/10.21676/23897864.1423>
- Reyes-Avalos, W. (2016). Effect of culture container on the survival and growth of male *Cryphiops caementarius* in individualized systems. *Revista Bio Ciencias*, 3(4), 311-325. <https://doi.org/10.15741/revbio.03.04.06>
- Rocha, I., Wolf, M.R., Gonçalves, G.R.L., & Castilho, A.L. (2017). Fecundity and reproductive output of the caridean shrimp *Periclimenes paivai* associated with scyphozoan jellyfish. *Invertebrate Reproduction & Development*, 61(2), 71-77. <http://dx.doi.org/10.1080/07924259.2017.1282890>
- Ruan, Y., Wong, N. K., Zhang, X., Zhu, C., Wu, X., Ren, C., Luo, P., Jiang, X., Ji, J., Wu, X., Hu, C., & Chen, T. (2020). Vitellogenin receptor (VgR) Mediates oocyte maturation and ovarian development in the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Frontiers in Physiology*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00485>
- Stechey, D.P.M., & Somers, K.M. (1995). Potential, realized, and actual fecundity in the crayfish *Orconectes immunis* from southwestern Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 73, 672-677. <https://doi.org/10.1139/z95-079>
- Xiao, F., Wang, J., Liu, H., Zhuang, M., Wen, X., Zhao, H., & Wu, K. (2023). Effects of dietary protein levels on growth, digestive enzyme activity, antioxidant capacity, and gene expression related to muscle growth and protein synthesis of juvenile greasyback shrimp (*Metapenaeus ensis*). *Animals*, 13, 3886. <https://doi.org/10.3390/ani13243886>
- Zacarias, S., & Yépez, V. (2015). Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en la costa centro-sur del Perú, 2007. *Informe del Instituto del Mar del Perú*, 42(3), 398-415. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2989>
- Zavala-Zavaleta, I., Saldaña-Rodríguez, E., & Reyes-Avalos, W. (2022). Efecto de dietas con poliquetos en el desempeño reproductivo de hembras del camarón *Cryphiops caementarius* durante desoves sucesivos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(1), e20430. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i1.20430>
- Zhu, Wei., Dong, R., Ge, L., Yang, Q., Lu, N., Li, H., & Feng, Z. (2023). Effects of dietary n-6 polyunsaturated fatty acids (PUFA) composition on growth performances and non-specific immunity in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Reports*, 28, 101436. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101436>