

## Evaluación del mejillón *Mytella strigata* (Hanley, 1843) para su uso como complemento en el alimento de juveniles del camarón *Penaeus vannamei* Boone, 1931

### Evaluation of the mussel *Mytella strigata* (Hanley, 1843) for its use as a feed supplement for juvenile shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931

Iván Francisco Berrezueta-García<sup>1</sup> , Juan José Bernal-Zambrano<sup>2</sup> , César Lodeiros<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Programa de Maestría de Investigación en Acuicultura, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición y Alimentación Acuícola (INAA), Departamento de Acuicultura, Pesquería y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Ecuador.

<sup>3</sup>Grupo de Investigación en Biología y Cultivo de Moluscos (INBICUM), Departamento de Acuicultura, Pesquería y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Ecuador.

**Correspondencia:** Iván Francisco Berrezueta-García, **E-mail:** [ifbg3@hotmail.com](mailto:ifbg3@hotmail.com)

Artículo original | Original article

#### Palabras clave

Conversión alimenticia  
Harina de mejillón  
Aditivos  
Invasión de bivalvos

**RESUMEN** | El uso del mejillón *Mytella strigata* como complemento del alimento de juveniles del camarón *Penaeus vannamei* se evaluó con tres tratamientos de tres réplicas utilizando una dieta comercial de 35% proteína cruda: T1 (100% alimento balanceado), T2 (90% alimento balanceado + 10% harina de carne de *Mytella strigata*) y T3 (90% alimento comercial + 10% de harina de *Mytella strigata* con concha). Doscientos setenta juveniles de *Penaeus vannamei* con  $1,34 \pm 0,08$  g de peso promedio fueron criados dentro de un laboratorio en un sistema controlado. Las réplicas (30 camarones en tanque de 80 L) fueron organizadas en un diseño completamente al azar. La alimentación se efectuó suministrando un 10% de la biomasa de los camarones, en 2 porciones al día (8h00 y 17h00) durante 21 días. No existieron diferencias significativas en los parámetros evaluados (crecimiento en peso, supervivencia, rendimiento y conversión alimenticia); sin embargo, los organismos mantenidos con la dieta T2 con aditivo de harina de carne de mejillón mostraron siempre valores promedios mayores con índices de dispersión a la media bajos, comparativamente con los demás tratamientos, sugiriéndola como mejor dieta. Se recomienda realizar estudios más exhaustivos, con mayor número de réplicas y dosis aditivas del mejillón, así como un estudio de componentes nutritivos de la carne del mejillón *Mytella strigata* para dilucidar su uso como complemento en dietas para el cultivo de *Penaeus vannamei*.

#### Keywords

Feed conversion  
Mussel meal  
Additives  
Bivalve invasion

**ABSTRACT** | The use of the mussel *Mytella strigata* as a feed supplement of juvenile shrimp *Penaeus vannamei* was evaluated with three treatments of three replicates using a commercial dry feed of 35% crude protein: T1 (100% dry feed), T2 (90% dry feed + 10% *Mytella strigata* meat meal) and T3 (90% dry feed + 10% *Mytella strigata* meal with shell). Two hundred and seventy juveniles of *Penaeus vannamei* with  $1.34 \pm 0.08$  g average weight were reared within a laboratory in a controlled system. The replicates (30 shrimp in an 80 L tank) were arranged in a completely randomized design. Feeding was carried out providing 10% of the shrimp biomass, in two portions per day (8h00 and 17h00) during 21 days. There were no significant differences in the evaluated parameters (growth in weight, survival, yield and feed conversion). However, the organisms maintained with treatment T2 always showed higher average values with low average dispersion indices, compared to the other treatments, suggesting it as the best diet. It is recommended to carry out more exhaustive studies, with a greater number of replications and additive doses of the mussel, as well as a study of the nutritional components of the meat of the mussel *Mytella strigata* to elucidate its use as a supplement in diets for the cultivation of *Penaeus vannamei*.

## INTRODUCCIÓN

Los mejillones han causado invasiones importantes en los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, *Limnoperna fortune*, *Mytilopsis* spp. y *Dreissena* spp. han sido reportados como responsables de invasiones en sistemas acuáticos produciendo grandes impactos ecológicos y económicos (Mackie y Claudi, 2010; Spinuzzi *et al.*, 2013; Boltovskoy *et al.*, 2015), incluyendo en camaronerías donde *Mytilopsis trautwineana*, *Mytilopsis leucophaegata* y *Mytella strigata* han causado elevadas reducciones en la producción y con ello rendimientos económicos bajos (Fariás-Sánchez *et al.* 2006, Aldridge *et al.*, 2008; Lodeiros *et al.*, 2019).

Los moluscos bivalvos, a elevada abundancia, generan desbalances del equilibrio ecológico en las piscinas de camarón, debido particularmente a su alta capacidad de filtración; por ejemplo, unos 760 organismos pequeños (20 mm) de *Mytilopsis leucophaegata* bastarían para filtrar 1 t de agua de una piscina de cultivo en un día (Rajagopal *et al.*, 2005), lo cual puede producir cambios cuantitativos y cualitativos del plancton, causando desbalances en la cadena trófica, así como aclaramiento del agua, exponiendo los camarones a la depredación por aves (Aldridge *et al.*, 2008, Lodeiros *et al.*, 2019). Los bivalvos también pueden producir heces y pseudoheces que pueden alterar el ciclo biogeoquímico y sus conchas pueden cambiar las propiedades de los sedimentos (Strayer, 1999; Ruesink *et al.*, 2005).

El mejillón *Mytella strigata* es una especie con una distribución neotropical que habita en las costas de los océanos Atlántico y Pacífico y el Caribe (Coan y Valentich, 2012; Lodeiros *et al.*, 2021) y es considerada una especie invasora en las costas de Florida, Carolina del Sur y Georgia (Spinuzzi *et al.* 2013; Calazans *et al.*, 2017) y recientemente, también ha invadido a costas y lagunas en la India (Jayachandran *et al.*, 2019) y el sudeste asiático, principalmente Filipinas, Singapur y Tailandia (Rice *et al.* 2016; Vallejo *et al.* 2017; Lim *et al.* 2018, Sanpanich y Wells 2019).

El mejillón *Mytella strigata* sea como especie nativa, trasplantada o invasora, dada la elevada resistencia y adaptación a temperaturas y salinidades, elevada fecundidad y pudiéndose reproducir en tallas pequeñas (la madurez reproductiva puede alcanzarla a una longitud de 12,5 mm, Stenyakina *et al.*, 2010), conjuntamente con la adaptación a varios tipos de sustratos (Landa-Jaime, 2003; Darrigran y Lagreca, 2005; Boudreaux y Walters, 2006; Paredes y Cardoso, 2008; De la Hoz, 2013) representa un riesgo en los cultivos de *Penaeus vannamei* en la zona neotropical, pudiendo producir un desbalance trófico y geoquímico en las piscinas de cultivo, por lo que se hace necesario su control.

Una de las formas de control en las piscinas es usando químicos molusquicidas como el sulfato cúprico, que, si bien es efectivo, puede causar daños en el ambiente (Aldridge *et al.*, 2008; Lodeiros y Torres, 2018; Lodeiros *et al.*, 2019, 2021), por lo que se buscan alternativas más adecuadas para mitigar este problema.

En varias camaronerías con invasión de *Mytella strigata*, se ha observado un mayor crecimiento del camarón, luego del control de la proliferación de sus poblaciones en las piscinas, probablemente debido a que los mejillones muertos suponen un alimento extra para los camarones, foco de atención de la presente propuesta para el aprovechamiento como alimento del mejillón, siendo de esta manera la proliferación del mejillón (tras estrategias más amigables con el ambiente, como el control mecánico) un beneficio más que un problema. En este sentido, la presente investigación evalúa la utilización de *Mytella strigata* como complemento en alimento de juveniles del camarón *Penaeus vannamei*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboraron 3 dietas utilizando alimento comercial de 35% de contenido proteico (Feedpac ultra 35% 1,2 mm, Agripac, Ecuador), donde se usó el 100% como dieta T1, 90% y el 10% harina de carne del mejillón *Mytella strigata* como T2 y 90% y 10% de harina del mejillón con concha como dieta T3, las cuales fueron suministradas a 30 juveniles (Fig. 1G) contenidos en tanques circulares (56 cm diámetro, 48 cm altura) con 80L de agua del estuario del río Chone (Fig. 1H), provincia de Manabí, Ecuador (tratada con 10 ppm de cloro), aireación constantemente, temperatura de 27±1,2°C, pH 7 y salinidad de 30 UPS. La alimentación se efectuó con un 10% de la biomasa de los camarones, suministrada 2 veces al día (8h00 y

17h00) durante 21 días. Antes de iniciar las dietas, los organismos juveniles fueron aclimatados durante 5 días, a las mismas condiciones del bioensayo.

Para la elaboración de las harinas de mejillón, se recolectaron individuos de *Mytella strigata* de piscinas de cultivo de camarón, establecidas en la provincia de Guayas, Ecuador, los cuales fueron transportados en un contenedor isotérmico a temperatura baja ( $\sim 10^{\circ}\text{C}$ ) al Laboratorio de Nutrición de Organismos Acuáticos de la Escuela de Acuicultura y Pesquería de la Universidad Técnica de Manabí, donde fueron lavados para eliminar sedimentos y material no deseado (Fig. 1A), luego fueron sometidos a un escaldado a  $100^{\circ}\text{C}$  por 5 min para reducir la carga bacteriana (Fig. 1B); la carne de mejillón se extrajo manualmente para harina de carne de mejillón y luego junto con los mejillones enteros (Fig. 1C, D) fueron colocados en bandejas de aluminio recubiertas con papel encerado para ser deshidratados en una estufa ventilada a  $55^{\circ}\text{C}$  por 24 h hasta obtener una humedad del 14%, posteriormente se realizó la molienda para la elaboración de las harinas siguiendo las recomendaciones en Isea (2008).

Luego de tener las cantidades necesarias de las materias primas se procedió a la elaboración de las diferentes dietas. Las proporciones de ingredientes secos-Fig.1E (alimento comercial, harina de carne de mejillón, harina del mejillón con concha y como estabilizante carboximetilcelulosa) se mezclaron y humedecieron con agua destilada hasta obtener una masa manejable al tacto, la cual fue pasada por un molino para obtener *pellets* de 3 mm de diámetro (Fig. 1F). La deshidratación se realizó a  $55^{\circ}\text{C}$  por 24 h, con *pellets* finales con humedad del 14%. Los alimentos experimentales fueron colocados en envases plásticos para su conservación a  $4^{\circ}\text{C}$ , hasta su utilización.

El crecimiento en peso de los organismos se determinó semanalmente en cada réplica, extrayendo al azar 10 individuos, los cuales fueron pesados en su totalidad en una balanza-0,01 g apreciación (Fig. 1J) y los animales fueron contabilizados semanalmente para determinar la supervivencia. Al final del bioensayo se determinó el rendimiento establecido como la biomasa total alcanzada y el índice de conversión alimenticia dividiendo la cantidad de alimento suministrado entre la biomasa total al final, en cada réplica de los tratamientos.



**Figura 1.** Procesos metodológicos de la investigación: A) pesado del mejillón fresco, B) hervido rápido del mejillón, C) mejillones materia para la harina de su carne y concha, D) materia para la harina de carne del mejillón, E) harina de mejillón, F) dieta extrusionada, G) juveniles de *Penaeus vannamei*, H) réplicas de tanques de los tratamientos, I) medidas rutinarias de factores físico-químicos y J) pesado semanal de los camarones.

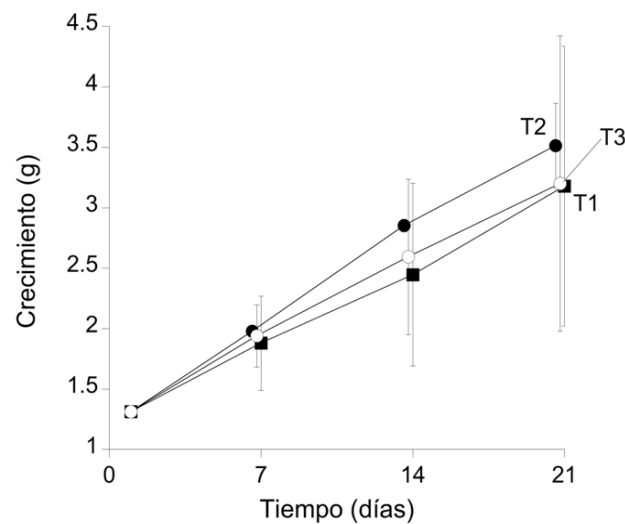
En función de establecer comparaciones entre las dietas, al final del experimento los valores de las masas alcanzadas, la supervivencia y parámetros evaluativos fueron analizados usando un análisis de variancia de una vía (ANOVA I), previo al ANOVA I se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene. Para los datos no paramétricos se realizó el test de Kruskal-Wallis. El nivel de significancia utilizado fue de  $P=0,05$ .

## RESULTADOS

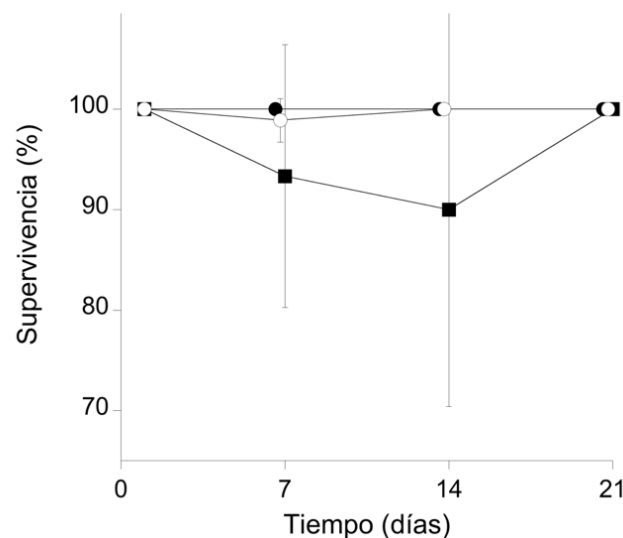
El crecimiento en peso promedio por individuo para todas las dietas fue lineal, alcanzando a los 21 días valores promedios de  $3,5\pm 0,73$ ;  $3,3\pm 1,06$  y  $3,2\pm 1,05$  g para a las dietas T2, T1 y T3 respectivamente (Fig. 2A), estos valores suponen una ganancia en peso del 246-270%; sin embargo, al final del estudio los promedios no mostraron diferencias significativas.

La supervivencia en cada una de las réplicas de las T2 fue del 100% durante todo el estudio (Fig. 2B), de igual manera la dieta T3 se mantuvo con una elevada supervivencia, tan solo ocurrió una leve mortalidad observada en la primera semana del experimento, lo cual resultó en una supervivencia de  $98,9\pm 2,97\%$ . No obstante, la dieta T1 mostró una supervivencia del  $93,3\pm 13,07\%$  y  $90,0\pm 19,60\%$  en la primera y segunda semana del experimento. Al final del estudio, aunque los valores medios de la supervivencia acumulada en las dietas T2 y T3 ( $100\pm 0$  y  $99,6\pm 0,72\%$ ) fueron superiores que los de la dieta T1 ( $94,7\pm 10,45\%$ ), no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual fue debido a la elevada dispersión a los valores medios en T1, dado que las mortalidades solo ocurrieron en 1 de las 3 réplicas experimentales.

A)

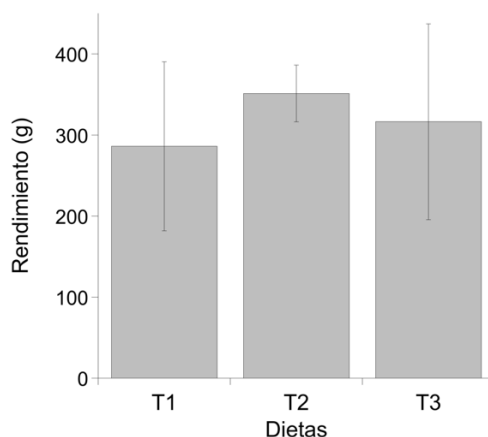


B)



**Figura 2.** A) Crecimiento en peso total (g) y B) supervivencia (%) del camarón *Penaeus vannamei* alimentados con las diferentes dietas durante el periodo experimental. Líneas verticales indican intervalo de confianza al 95%. T1=dieta comercial (35% proteína cruda), T2=90% dieta comercial y el 10% harina de carne del mejillón *Mytella strigata*, T3=90% dieta comercial y 10% de harina con concha del mejillón.

La variabilidad de respuesta entre las réplicas experimentales produjo también una variabilidad elevada en el rendimiento final (biomasa absoluta alcanzada en la siembra de 100 organismos) con valores de  $307,3 \pm 136,66$  g para la T1, y  $319,3 \pm 123,56$  g para la T3 (Fig. 3), lo cual condujo a no determinar diferencias significativas, aún cuando la dieta T2 produjo valores medios que indican biomasa mayor con menor índice de dispersión a media ( $351,3 \pm 34,99$  g).



**Figura 3.** Rendimiento expresado en biomasa total alcanzada en 100 organismos del camarón *Penaeus vannamei* alimentado con las diferentes dietas durante el periodo experimental. Líneas verticales indican intervalo de confianza al 95%. T1=dieta comercial (35% proteína cruda), T2=90% dieta comercial y el 10% harina de carne del mejillón *Mytella strigata*, T3= 90% dieta comercial y 10% de harina con concha del mejillón.

El índice de conversión alimenticia que se calculó con la cantidad total de alimento suministrado a cada réplica entre la biomasa total de cada réplica del cultivo experimental usando el aditivo de harina de mejillón (T2) mostró el menor valor ( $1,21 \pm 0,12$ ), seguido por la T1 ( $1,26 \pm 0,37$ ) y T3 ( $1,29 \pm 0,35$ ); sin embargo, la variabilidad en la asimilación de las dietas en cada tratamiento no permitió diferencias significativas.

## DISCUSIÓN

Diversos trabajos describen la calidad nutricional de especies de mejillones bivalvos, por ejemplo, Colombo *et al.* (2016) reportan que el mejillón *Mytilus edulis* es una especie magra por su escaso valor de lípidos totales; sin embargo, su alto contenido de ácidos grasos poli-insaturados omega 3 lo hace beneficioso para el consumo humano. De igual manera, Fajardo *et al.* (2016) demuestra el elevado contenido en minerales antioxidantes en *Mytilus edulis*. Estos estudios infieren que es de esperar que la harina de mejillón de *Mytella strigata* aporte una utilidad nutritiva adicional a los camarones en la dieta balanceada comercial utilizada. Aunque al final del estudio no existieron diferencias significativas en los parámetros evaluativos, siempre existió una tendencia de mayor crecimiento en las dietas donde se les suministró harina del mejillón a los juveniles de camarón, particularmente con el suministro de harina de solo carne del mejillón (dieta T2), cuyos valores medios de crecimiento en biomasa al final del estudio fueron mayores, y de una forma más homogénea, por presentar un índice notablemente menor de dispersión a la media que las demás dietas, ello aunado a no mostrar mortalidad en ninguna de sus réplicas durante todo el experimento, le confiere ser la mejor dieta suministrada.

La tendencia de mejora del rendimiento del cultivo del camarón mostrada en los resultados del presente estudio con dietas con suministro de mejillón, aunque alentadoras, no son concluyentes por la no existencia de diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, por ello se sugiere estudios más exhaustivos con diseños experimentales con mayores réplicas y tratamientos, y en diferentes fases de crecimiento, que puedan abarcar el desarrollo ontogénico en el cultivo de la especie. Además realizar un análisis fino nutricional del mejillón *Mytella strigata*, en función de gestionar estrategias de aprovechamiento en el control dentro de las piscinas y su uso nutricional tanto para animales como para el hombre, dado que la especie de mejillón es considerada comercial en varios países del Pacífico tropical americano (Díaz *et al.* 2014, Posada *et al.* 2014, Ross *et al.* 2014). Un análisis alternativo de uso en acuicultura sería ver su

potencial para maduración en la reproducción de organismos marinos, particularmente el camarón, ya que los mejillones han sido comprobados como una buena fuente nutricional para la maduración en peneidos, incluso hay evidencia de que en investigaciones anteriores en etapa de maduración se ha empleado dietas de moluscos (Primavera *et al.*, 1978; Lumare, 1979; San Feliú y Oltra, 1987).

### Agradecimientos

Se agradece la colaboración de Fernando Isea por el apoyo académico y logístico en la elaboración de las dietas, así como los revisores anónimos del trabajo por sus sugerencias para la mejora del mismo. Se agradece el apoyo logístico y suministro de organismos de la corporación LANEC para la realización de esta investigación. Esta investigación forma parte de lineamientos académicos del Grupo de Investigación en Biología y Cultivo de Moluscos, de la Universidad Técnica de Manabí.

### REFERENCIAS

- Aldridge D.C., Salazar M., Serna A., Cock J. (2008). Density dependent effects of a new invasive false mussel, *Mytilopsis trautwineana* (Tryon 1866), on shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), aquaculture in Colombia. *Aquaculture* 281: 34–42.
- Boudreaux M.L., Walters L.J. (2006). *Mytella charruana* (Bivalvia: Mytilidae): a new, invasive bivalve in Mosquito Lagoon, Florida. *Nautilus* 120 (1): 34-36.
- Boltovskoy D., Xu M., Nakano D. (2015). Impacts of *Limnoperna fortunei* on man-made structures and control strategies: general overview. In: Boltovskoy, D. (Ed). *Limnoperna fortunei*, invading nature. Springer, New York, pp. 375-394.
- Coan E.V., Valentich-Scott P. (2012). Bivalve seashells of tropical west America. Marine bivalve mollusks from Baja California to Northern Perú. Santa Barbara, CA: Santa Barbara Museum of Natural History.
- Colombo J., Varisco M., Isola T., Crovetto C., Rost E., Risso S. (2016). Composición química proximal del mejillón *Mytilus edulis* provenientes de cultivos y bancos naturales en el Golfo de San Jorge, Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(2): 293-299.
- Calazans S.H., Walters L.J., Fernandes F.C., Ferreira C., Hoffman E.A. (2017). Genetic structure provides insights into the geographic origins and temporal change in the invasive charru mussel (Sururu) in the southeastern United States. *Plos One*, 12: e0180619.
- Darrigran G., Lagreca M. (2005). Moluscos litorales del estuario del río de La Plata, Argentina. *Pro Biota, Serie Técnica Didáctica* 8. Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- De la Hoz M. (2013). Nuevos registros de *Mytella charruana* (Bivalvia: Mytilidae) en Colombia y algunas consideraciones sobre su ecología y estatus. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 47: 165-172.
- Díaz J.M., Melo G., Posada J.M., Piedra A. Ross E. (2014). Guía de identificación: invertebrados marinos de importancia comercial en la costa Pacífica de Colombia. San José, Costa Rica: Fundación MarViva. 102 pp.
- Farías-Sánchez J.A. (2006). Importance of the reproductive cycle and settlement pattern of the mussel *Mytella strigata* (Hanley, 1843) for the preventive maintenance of shrimp culture facilities in southern Sinaloa. In: Palacios, E., Lora, C., Ibarra, A.M., Maeda-Martínez, A.N. & Racotta, I. (Eds.). Recent advances in reproduction, nutrition, and genetics of mollusks. Proceedings of the International Workshop Re-production and Nutrition of Mollusks, La Paz, México, 6-9 November 2006. CIBNOR, Ciudad de México.

- Fajardo M., Pérez A., Strobl A., Garrido C., Garrido B., Alassia F., Camarda S., Pérez L., Farías S. (2016). Contribución nutricional de minerales esenciales aportados por *Mytilus edulis platensis* (mejillones) del golfo de San Jorge, Chubut. *Diaeta* 34:7-14.
- Isea F. (2008). Efecto de diferentes formulaciones alimenticias a base de materias primas no convencionales de origen animal y vegetal usadas en la alimentación de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Tesis de grado. Mérida-Venezuela. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. 334 p.
- Jayachandran P.R., Aneesh B.P., Oliver P.G., Philomina J., Jima M., Harikrishnan K., Bijoy Nandan S. (2019). First record of the alien invasive biofouling mussel *Mytella strigata* (Hanley, 1843) (Mollusca: Mytilidae) from Indian waters. *BioInvasions Records* 8(4): 828–837.
- Landa-Jaime V. (2003) Asociación de moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño, Jalisco, México. *Ciencias Marinas*, 29 (2): 169-184.
- Lim J.Y., Tay T.S., Lim C.S., Lee S.S.C., Teo S.L., Tan K.S. (2018). *Mytella strigata* (Bivalvia: Mytilidae): an alien mussel recently introduced to Singapore and spreading rapidly. *Molluscan Research*, 38: 170-186.
- Lodeiros C., Torres G. (2018) Moluscos invasores en piscinas de cultivo de camarón. *Aquacultura*, junio 2018: 25-38.
- Lodeiros C., Hernández-Reyes D., Salazar J., Rey-Méndez M., González-Henríquez N. (2021). First report of the mussel *Mytella strigata* (Hanley, 1843) in the Venezuelan Caribbean from an invasion in a shrimp farm. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 49(3): 531-53.
- Lodeiros C., González-Henríquez N., Cuéllar-Anjel J., Hernández-Reyes D., Medina-Alcaraz C., Rey-Méndez M. (2019). Invasion of the false mussel *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831) in shrimp farms from Gulf of Venezuela: first report for the Caribbean Sea area. *BioInvasions Records*, 8: 838-847.
- Lumare F. (1979). Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, 18: 203-214.
- Mackie G., Claudi R. (2010). Monitoring and control of macro fouling mollusks in fresh water systems. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Paredes C., Cardoso F. (2008). Nuevos registros de bivalvos marinos para el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 15: 11-14.
- Primavera J.H., Lim C. Borlongan E. (1978). Effect of the different feeding regimes on reproduction and survival of ablated *Penaeus monodon* Fabricius. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, *Quarterly Research Report* 3:12-14.
- Rajagopal S., Van der Gaag M., Van der Velde G., Jenner H.A. (2005). Upper temperature tolerances of exotic brackishwater mussel, *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad): an experimental study. *Marine Environmental Research*, 60:512–530.
- Rice M.A., Rawson P.D., Salinas A.D., Rosario W.R. (2016). Identification and salinity tolerance of the Western Hemisphere mussel *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1842) in the Philippines. *Journal of Shellfish Research*, 35: 865-873.
- Ross E., Posada J.M., Piedra A., Díaz J.M., Melo M. (2014). Guía de identificación: invertebrados marinos de importancia comercial en la costa Pacífica de Costa Rica. San José, Costa Rica: Fundación MarViva.

110 pp.

- Ruesink J., Lenihan H., Trimble A., Heiman K., Micheli F., Byers J., Kay M. (2005). Introduction of non-native oyster: Ecosystem effect and restoration implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36:643-689.
- San Feliú J.M., Oltra R. (1987). Influencia de la temperatura, fotoperíodo, alimentación y ablación unilateral del pedúnculo ocular, en la maduración de *Penaeus kerathurus*. *Cuadernos Marisqueros Publicaciones Técnicas*. 12: 273-278.
- Sanpanich K., Wells F.E. (2019). *Mytella strigata* (Hanley, 1843) emerging as an invasive marine threat in Southeast Asia. *BioInvasions Records*, 8: 343-356.
- Spinuzzi S., Schneider K., Walters L., Yuan W., Hoffman E. (2013). Tracking the distribution of non-native marine invertebrates (*Mytella charruana*, *Perna viridis*, and *Megabalanus coccopoma*) along the southeastern USA. *Marine Biodiversity Records*, 6: e55.
- Strayer D.L. (1999). Effects of alien species on freshwater mollusks in North America. *Journal of the North American Benthological Society*, 18: 74-98.
- Stenyakina, A., Walters L.J., Hoffman E.A., Calestani C. (2010). Food availability and sex reversal in *Mytella charruana*, an introduced bivalve in the southeastern United States. *Molecular Reproduction & Development*, 77:222-230.
- Vallejo B.J., Conejar-Espedido J., Manubag L., Artiaga K., Damatac II A.M., Imperial I., Itong T., Fontanilla I, Cao E. (2017). First record of the charru mussel *Mytella charruana* d'Orbyigny, 1846 (Bivalvia: Mytilidae) from Manila Bay, Luzon, Philippines. *BioInvasions Records*, 6: 49-55.

Recibido: 12-07-2021

Aprobado: 13-09-2021

Versión final: 30-09-2021

