



## **Investigación e Innovación en Nutrición Acuícola**

**Editores: Lucía Elizabeth Cruz Suárez,  
Mireya Tapia Salazar, Martha Guadalupe  
Nieto López, David A. Villarreal Cavazos,  
Julián Gamboa Delgado, y Carlos A.  
Martínez Palacios**

## **Investigación e Innovación en Nutrición Acuícola**

2022, Monterrey, Nuevo León, México

Editores: Lucía Elizabeth Cruz Suárez, Mireya Tapia Salazar, Martha Guadalupe Nieto López, David Alonso Villarreal Cavazos, Julián Gamboa Delgado y Carlos A. Martínez Palacios.

Programa Maricultura  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Autónoma de Nuevo León 2022

Copias disponibles en:  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ciencias Biológicas  
**Programa Maricultura**  
Cd. Universitaria  
San Nicolás de los Garza, Nuevo León  
C.P. 66455  
Tel.+Fax. 818352 6380  
E-mail: [lucia.cruzsr@uanl.edu.mx](mailto:lucia.cruzsr@uanl.edu.mx)

Para citar alguna parte de ésta obra siga el siguiente estilo:

- Autores del escrito. 2022. Nombre del artículo. Editores: Lucía Elizabeth Cruz Suárez, Mireya Tapia Salazar, Martha Guadalupe Nieto López, David Alonso Villarreal Cavazos, Julián Gamboa Delgado y Carlos A. Martínez Palacios. Investigación e innovación en nutrición acuícola, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp.473 ISBN: 978-607-27-1732-9. El cuidado de la presente edición, así como su realización estuvo a cargo de los editores.

La reproducción total o parcial de ésta obra requiere la autorización escrita por los titulares del derecho de autor.

Los editores hacemos extensivo nuestro profundo agradecimiento:

- A las personas que colaboraron en la edición técnica de estas memorias

## Directorio

Dr. Santos Guzmán López  
Rector

Dr. Juan Paura García  
Secretario. General

Dr. Celso José Garza Acuña  
Secretario extensión y cultura

Lic. Antonio Ramos Revillas  
Director de Editorial Universitaria

Dr. José Ignacio González Rojas  
Director de la Facultad de Ciencias Biológicas

### Editores

Lucía Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha Guadalupe Nieto López, David Alonso Villarreal Cavazos, Julián Gamboa Delgado, y Carlos A. Martínez Palacios.

Dirección de edición: Programa Maricultura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Dra. Lucía Elizabeth Cruz Suárez, Av. Universidad S/N, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, C.P. 66455  
Email: elicruz@hotmail.com, lucia.cruzsr@uanl.edu.mx  
Teléfonos: 52 8183526380

Primera edición 2022. ©Universidad Autónoma de Nuevo León. ©L. Elizabeth Cruz Suárez, ©Mireya Tapia Salazar, ©Martha Guadalupe Nieto López, ©David Alonso Villarreal Cavazos, ©Julián Gamboa Delgado, ©Carlos A. Martínez Palacios.

ISBN:978-607-27-1732-9. El cuidado y edición estuvo a cargo de los editores. El contenido es responsabilidad de los autores.

Párrafo legal: Reservado todos los derechos conforme a la ley. Prohibida la reproducción total o parcial de la obra sin previa autorización por escrito del titular propietario y editor de la obra.

## Avances en Nutrición del Langostino *Macrobrachium acanthurus*

Susana Alejandra Frías Gómez<sup>1,3</sup>, Madison S. Powell<sup>2</sup> & Luis Héctor Hernández Hernández<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Aquaculture Research Institute, University of Idaho, Hagerman, Idaho, USA

<sup>3</sup> Laboratorio de Producción Acuícola, UNAM FES Iztacala, Tlalnepantla, México

Autor de correspondencia: Luis Héctor Hernández Hernández, Tel. 52 55 5623 1197

e-mail: [luish3@yahoo.com](mailto:luish3@yahoo.com)

### Resumen

El langostino *Macrobrachium acanthurus* es una especie con el potencial para ser cultivado y en el Laboratorio de Producción Acuícola de la UNAM FES Iztacala se ha trabajado en la determinación de los requerimientos nutricionales en diferentes estadios de desarrollo de esta especie. Por ello, a continuación, presentamos algunos de los avances que hemos obtenido en los requerimientos de proteína, lípidos y carbohidratos en postlarvas, de vitaminas en las larvas, así como el uso de algunos aditivos en juveniles. Se ha logrado establecer la combinación de inclusión de 35% proteína, 15-120% lípidos y un máximo de 15% de carbohidratos. La inclusión de las vitaminas A y C permiten aumentar el porcentaje de supervivencia durante la etapa larvaria, mientras que el uso de prebióticos (fructooligosacáridos y mananoligosacáridos) podrían tener un efecto positivo en la maduración sexual de hembras.

Palabras clave: *langostinos, requerimientos nutricionales y cultivo*

## 1. Introducción

El langostino *Macrobrachium acanthurus* (Palaemonidae:Crustacea) es endémico de América y se distribuye en ríos, lagunas y zonas estuarinas (Albertoni *et al.*, 2002; Tamborus *et al.*, 2012) a lo largo de la costa del Atlántico, desde Carolina del Norte en Estados Unidos y hasta Rio Grande do Sul, Brasil (García-Guerrero *et al.*, 2013). Esta especie se caracteriza por tener una longitud de 108 a 138 mm, un rostro casi recto con margen superior que posee de 8 a 12 dientes y en el margen inferior, de 4 a 7. Sin embargo, la característica morfológica más distintiva de esta especie es el segundo par de pereópodos, los cuales son muy largos, particularmente en los machos (Figura 1). De acuerdo con Albertoni *et al.* (2003), los juveniles y adultos de *M. acanthurus* se alimentan de principalmente de detritus, seguido de macroalgas y larvas de insectos acuáticos.

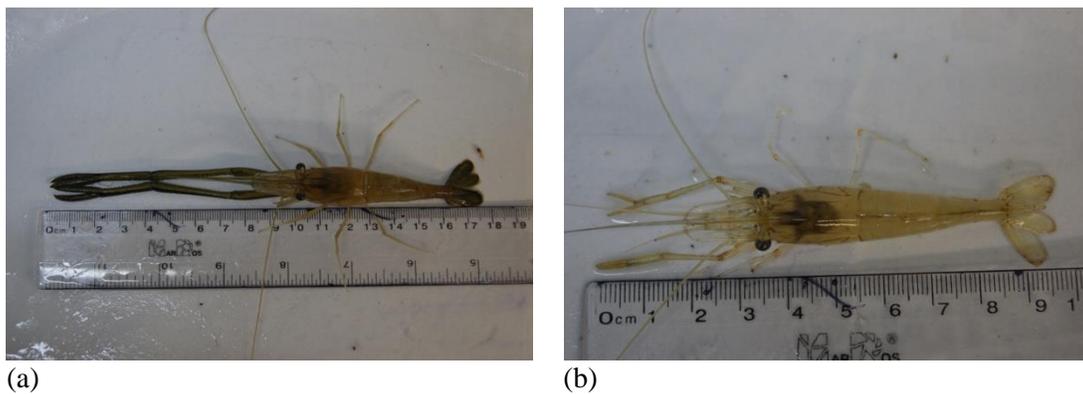


Figura 1. Ejemplares macho (a) y hembra (b) de *Macrobrachium acanthurus*. Los organismos fueron colectados en el río Coatzacoalcos, Veracruz.

En México esta especie representa una importante fuente de recursos para los pescadores de los estados de Veracruz y Tabasco (Hernández-Abad *et al.*, 2018). Particularmente en el estado de Veracruz se ha observado un descenso en las capturas desde 1996, aspecto que indica la disminución de las poblaciones naturales. Aunque es un fenómeno multi- factorial, Loran-Núñez (2017) señala que la sobrepesca, la contaminación de ríos como el Papaloapan, Coxcoapan, Actopan, Coatzacoalcos y sus tributarios, son las causas principales de la paulatina desaparición de esta y otras especies de langostinos. Sin duda, esto afecta a los pescadores que al ver sus capturas disminuidas optan por capturar otras especies o modificar su estilo de vida, haciendo su vida más precaria. Sin duda, el cultivo de esta especie ayudaría a disminuir las pesquerías y permitiría que las poblaciones naturales se recuperaran, además de proveer empleo a los pescadores. De acuerdo

con Kutty & Valenti (2010), el interés en desarrollar el cultivo de esta especie se ha mantenido latente por varios años en diversos países, pero debido a la dificultad del cultivo larvario, no se ha avanzado en ello. Recientemente en Brasil se reportó la posibilidad de cultivarla en conjunto con el pacu curimatã *Prochilodus argenteus* (De Almeida *et al.*, 2015; Soares *et al.*, 2019).

Así mismo, durante los últimos 10 años en el Laboratorio de Producción Acuícola de la UNAM FES Iztacala se ha trabajado en el cultivo de esta especie, particularmente en la determinación de los requerimientos nutricionales de los diferentes estadios del ciclo de vida. Por ello, la presente revisión tiene como objetivo presentar los avances que se han obtenido en el laboratorio y que han permitido avanzar en el desarrollo de alimentos balanceados para su cultivo.

## **2. Requerimientos de proteínas, lípidos y carbohidratos**

En la Tabla 1, se muestran los requerimientos de macronutrientes para el langostino *M. acanthurus* hasta ahora determinados. El requerimiento de proteína para juveniles fue reportado por Villafuerte *et al.* (2016) y determinado mediante el modelo de línea de rompimiento utilizando la ganancia en peso (%) como variable de respuesta. De acuerdo con el modelo el requerimiento mínimo fue de 37.8%, el cual es similar al reportado para otras especies de crustáceos comerciales como el langostino malayo *M. rosenbergii* (Teshima *et al.*, 2006) y el camarón tigre *Penaeus monodon* (Chen 1993).

Respecto a requerimientos de lípidos, Hernández-Abad *et al.* (2018) reportaron que inclusiones de 15 a 17.5% tienen un efecto positivo sobre la maduración sexual y la producción de huevo en hembras. Este rango de inclusión causó un aumento en el número de huevos producidos por cada hembra, así como un aumento en el contenido de proteína y lípidos en los huevos.

Tabla 1. Requerimientos de proteína, lípidos y carbohidratos reportados para diferentes estadios de desarrollo del langostino *Macrobrachium acanthurus*.

Estadio de desarrollo (peso inicial en g)	Nutriente	Requerimiento estimado (%)	Variable de respuesta	Referencia
Juvenil (3)	Proteína	37.8	Ganancia en peso (%)	Villafuerte <i>et al.</i> (2016)
Hembras (0.4)	Lípidos	15-17.5	Maduración sexual Producción de huevos	Hernández-Abad <i>et al.</i> (2018)
Postlarvas (0.06 )	Proteína	35	Crecimiento	Frías (2020)
	Lípidos	15-20	Excreción de	
	Carbohidratos	15	nitrógeno	

Considerando esta información y reportes previos (Albertoni *et al.*, 2002; Kutty & Valenti 2010) sobre la posibilidad de utilizar alimentos balanceados con un nivel bajo de proteína debido a los hábitos alimenticios de *M. acanthurus*, Frías (2020) reportó el uso de 12 diferentes alimentos que consideraron tres niveles de proteína (30, 35 y 40%) y en cada uno de ellos, se incluyeron lípidos en concentraciones cada vez más bajas conforme aumentó la inclusión de carbohidratos y tomando como límite un nivel de 400 kcal/100g de alimento. Los alimentos se dieron a postlarvas por un periodo de 60 días, determinando el crecimiento y la excreción de nitrógeno amoniacal. Se observó un mejor crecimiento en términos de la ganancia en peso (%), Figura 2a) y de la tasa de crecimiento específico (%/día, Figura 2b) en las postlarvas alimentadas con la inclusión de 35% de proteína, pero particularmente en aquellas alimentadas con 15% de lípidos y 15% de carbohidratos. Es importante señalar que independientemente del nivel de proteína, los alimentos con inclusiones altas de carbohidratos causaron un menor crecimiento en las postlarvas. Esto indica que un nivel por debajo de 35% no es adecuado para el crecimiento de los juveniles, además de que los carbohidratos no son una fuente energética para esta especie, especialmente cuando hay una ingesta baja de proteína.

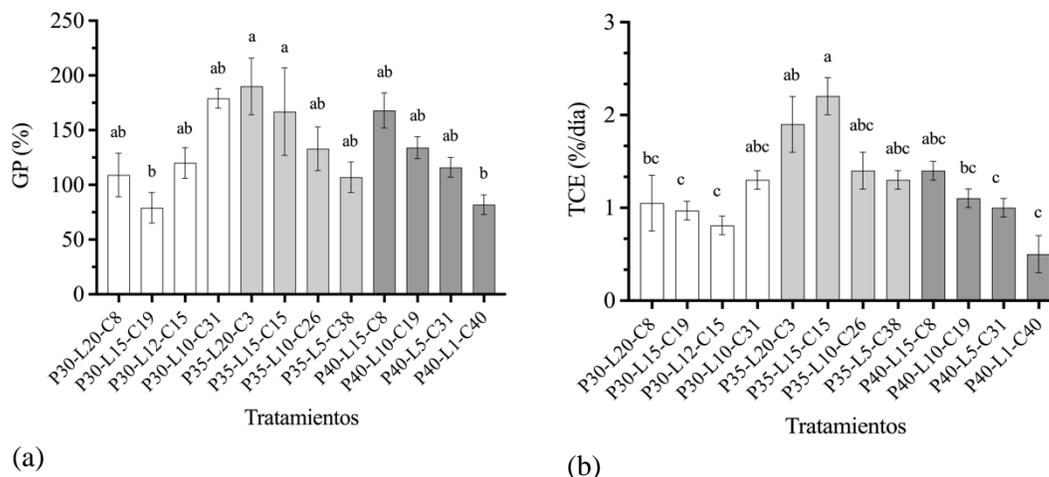


Figura 2. Parámetros de crecimiento en ganancia en peso (a) y tasa de crecimiento específico (b) de postlarvas de *M. acanthurus* alimentadas con diferentes niveles de proteína, lípidos y carbohidratos por un periodo de 60 días. Cada barra representa la media de tres repeticiones  $\pm$  el error estándar. Letras diferentes entre las columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

En cuanto a los requerimientos de aminoácidos, Hernández *et al.* (2015) reportaron que enriquecieron nauplios de *Artemia* con 2 concentraciones de DL-metionina (40 y 60 mg/ml) y se utilizaron para alimentar a larvas desde la primera alimentación y hasta que alcanzaron el estadio de postlarva. Sus resultados muestran que hubo una mejor supervivencia de las larvas alimentadas con la concentración de 40 mg/ml.

### 3. Vitaminas

La información respecto a los requerimientos de vitaminas se ha estudiado principalmente en el estadio larvario, pues la inclusión de estos compuestos ayuda al desarrollo y supervivencia de los organismos durante el estadio larvario (Hernández & Hardy 2020).

Hernández *et al.* (2015) reportaron que el enriquecimiento de nauplios de *Artemia* con 40 mg/ml de vitamina C (incluido como 2-fosfo-L ácido ascórbico trisodio) tuvo un efecto positivo sobre la supervivencia de larvas, ya que mostraron un porcentaje de 20% y el grupo control sin enriquecimiento, el 10% en 33 días, tiempo en que alcanzaron el estadio de postlarva.

Por otro lado, Castillo (2021) reportó que la inclusión de vitamina A mejora la supervivencia de las larvas. La vitamina A (incluida como palmitato de retinol) se agregó en concentraciones de 0, 5, 10 y 20 mg en microcápsulas elaboradas con grenetina, goma arábiga y ácido oleico. Las

microcápsulas se adicionaron a los nauplios por un periodo de 30 minutos y posteriormente fueron agregadas a las arcas del langostino. Los resultados muestran que la concentración de 10 mg tuvo un efecto significativo en la supervivencia (40%), seguido de la concentración de 5 mg (30%). El grupo control (0 mg) tuvo una supervivencia del 18.3%, mientras que el grupo alimentado con 20 mg solo tuvo 1.7% de supervivencia (Figura 3). Así mismo, los organismos alimentados con 10 mg de vitamina A tuvieron un desarrollo más rápido, es decir, los organismos alimentados con esta concentración alcanzaron más rápidamente el estadio de postlarva que los organismos alimentados con las otras concentraciones. Los resultados obtenidos indican que la vitamina A es esencial para el desarrollo larvario de *M. acanthurus* y el nivel más adecuado fue de 10 mg. Como se ha reportado en otros organismos acuáticos (Hernández & Hardy 2020), el exceso de esta vitamina puede afectar el desarrollo normal.

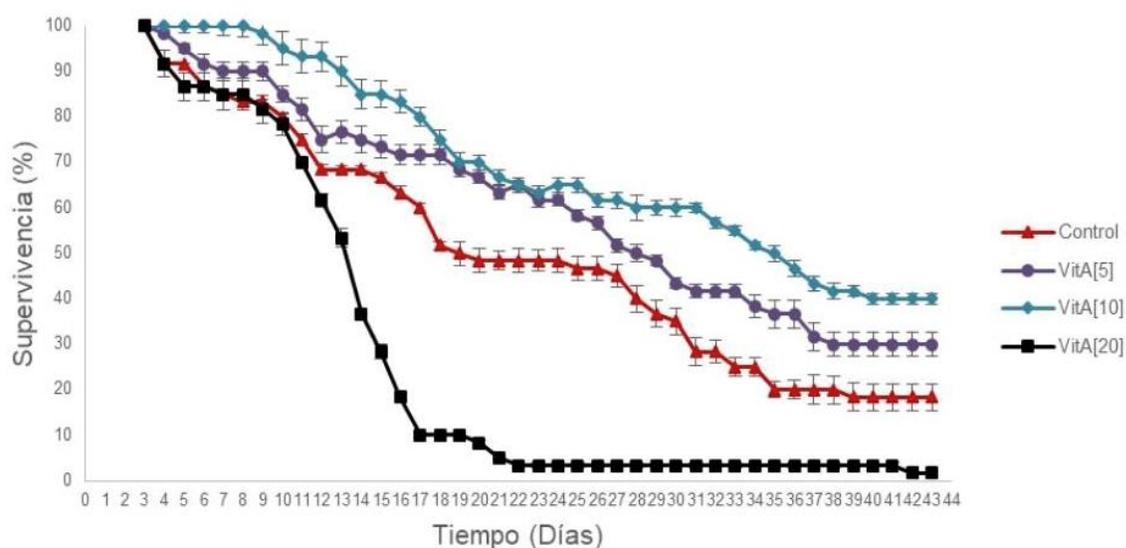


Figura 3. Supervivencia (%) de larvas de *M. acanthurus* alimentadas con nauplios de *Artemia* enriquecidos con diferentes concentraciones de vitamina A. Cada punto representa la media de tres repeticiones  $\pm$  el error estándar.

#### **4. Aditivos**

Recientemente Varela *et al.* (2021) reportaron el uso de dos prebióticos en el alimento de postlarvas del langostino. Los prebióticos son compuestos no-digeribles que tienen un efecto positivo en la microbiota del hospedero y que puede generar una mejor respuesta inmunológica ante alguna enfermedad, además de mejorar el crecimiento. En el estudio se adicionaron fructooligosacaridos (FOS) y mananoligosacaridos (MOS) en una concentración de 3% y no se observaron diferencias en el crecimiento con respecto al grupo control alimentado con el alimento basal. Interesantemente, los autores reportaron que la adición de los prebióticos parece tener un efecto positivo sobre la maduración sexual de los organismos. Al término de la prueba de alimentación el grupo alimentado con los MOS tuvo 37.5% de hembras ovadas, 37.5% de machos y 25% de organismos juveniles, mientras que el grupo control solo se observaron machos (50%) y organismos juveniles (50%). Es posible que la adición de los prebióticos tenga un efecto positivo sobre el aprovechamiento de los nutrientes y este, a su vez, ayude en la maduración sexual y producción de huevos.

#### **5. Ingredientes**

Durante el desarrollo de las pruebas de alimentación, se han utilizado diferentes ingredientes para incorporarlos en los alimentos. Como fuente de proteína se ha utilizado continuamente caseína, una proteína derivada de la leche con un porcentaje de proteína cruda cerca al 90%. Esta fuente de proteína es adecuada para incluirse en alimentos experimentales, pero cara en exceso para adicionarse a una dieta práctica. Por otro lado, Villafuerte *et al.* (2016) reportaron el uso de harina de pescado, harina de krill y harina de soya como fuentes de proteína y de aceites de pescado y krill, así como de ácidos grasos poliinsaturados en alimentos para hembras en etapa reproductiva. Los resultados mostraron que las hembras incrementaron la deposición de proteínas y lípidos en los huevos cuando fueron alimentadas con harina y aceite de krill. Sin duda ambos productos de krill son una opción para incluirse en los alimentos, aunque su precio es también alto para considerarse como únicas fuentes de proteína y lípidos.

## 6. Conclusiones

Los resultados hasta ahora obtenidos a lo largo de 10 años de la investigación en el Laboratorio de Producción Acuícola con *M. acanthurus*, nos ha dejado con más preguntas que las respuestas que hemos obtenido. Sin embargo, consideramos que hemos avanzado en la determinación de los niveles adecuados de proteína, lípidos y carbohidratos para ser incluidos en alimentos para el crecimiento y desarrollo de juveniles de esta especie. Con ello es posible utilizar diferentes ingredientes y usarlos en formulaciones más prácticas.

Otro aspecto importante es la optimización de la alimentación durante el desarrollo larvario, uno de los cuellos de botella para el desarrollo del cultivo como ya se mencionó. El uso de alimento vivo y particularmente de nauplios de *Artemia* es obligado durante toda la etapa larvaria, ya que hasta el momento no se ha logrado que las larvas consuman microdietas o algún otro tipo de alimento balanceado. Considerando esto, se utilizaron vitaminas C y A que han ayudado a incrementar la supervivencia durante la etapa larvaria y demostrando que ambos compuestos son indispensables en el desarrollo, en especial la vitamina A. Esta molécula podría tener un rol similar al que se ha reportado en vertebrados, aunque los mecanismos podrían ser diferentes.

Finalmente, señalamos que se continúa con la investigación en estos organismos en varios aspectos como la determinación de los requerimientos de aminoácidos en postlarvas, el uso de ingredientes económicos y disponibles para incluirse en alimentos para la engorda, mejora de formulaciones para reproductores, así como la optimización de nutrientes en el alimento vivo para mejorar los índices de supervivencia durante la etapa larvaria. Así mismo, se han implementado nuevas tecnologías, como la expresión de genes, con el objetivo de entender con mayor claridad el efecto de los nutrientes en los organismos.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la DGAPA-UNAM, proyecto IN203121 por el apoyo para la realización de esta investigación.

## Referencias

- Albertoni E., Palma C., Esteves F. 2002. Distribution and growth in adults of *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann (Decapoda, Palaemonidae) in a tropical coastal lagoon, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 19: 61-70.
- Albertoni E., Palma C., Esteves F. 2003. Overlap of dietary niche and electivity of three shrimp species (Crustacea, Decapoda) in a tropical coastal lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). *Rev. Bras. Zool.* 20:135-140.
- Castillo D.M. 2021. Efecto de la vitamina A sobre el desarrollo larvario del langostino *Macrobrachium acanthurus*. Tesis de licenciatura, Carrera de Biología, UNAM FES Iztacala. pp.
- Chen H.Y. 1993. Recent advances in nutrition of *Penaeus monodon*. *J. World Aquacult. Soc.* 24: 251-256,
- De Almeida E.O., Santos R.B., Coelho-Filho P.A., Cavalcante-Junior A., Souza A.P.L., Soares E.C. 2015. Poly culture of curimatã pacu and freshwater prawn. *Bol. Inst. Pesca.* 41: 271-278.
- Frías G.S.A. 2020. Evaluación de tratamientos con diferentes porciones de proteína, lípidos y carbohidratos en poslarvas del langostino *Macrobrachium acanthurus*. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México. Pp.
- García-Guerrero, M.U., Becerril-Morales, F., Vega-Villasante F., Espinosa-Chaurand L.D. 2013. Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 41: 651-675.
- Hernández-Abad G.Y., Hernández-Hernández L.H., Fernández-Araiza M.A. 2018. Effects of different dietary lipids concentrations on the egg production and egg quality produced by *Macrobrachium acanthurus* females. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 46: 518-514.
- Hernández H.L.H., Padilla B.A.J., Fernández A.M.A., Angeles L.O. 2015. Avances en requerimientos nutricionales de langostinos nativos. En: Cruz-Suaréz L.E., Ricque-Marie D., Tapia-Salazar M., Nieto-López M.G., Villareal-Cavazos D.A., Gamboa-Delgado J., Rivas-Vega M., Miranda-Baeza M (eds). *Nutrición Acuícola: Investigación y desarrollo*. UANL. Nuevo León, México. pp 82-93.
- Hernández H.L.H., Hardy R.W. 2020. Vitamin A functions and requirements in fish, *Aquacult. Res.* 51: 3061-3071.
- Kutty M.N., Valenti W.C. 2010. Culture of other freshwater prawn species. In: New, M.B, Valenti W.C., Tidwell J.H, D'Abraham L.R., Kutty M.N. (Eds). *Freshwater prawns: biology and farming*. Blackwell Publishing, Oxford, pp. 502-523.
- Lorán-Núñez R.M. 2017. Observaciones de la pesquería de langostinos (*Macrobrachium* sp.) en el estado de Veracruz, México. *Ciencia Pesquera*, 25: 31-34.
- Soares E., De Almeida E.O., Araújo K., De Lima M., Gusmao-Júnior L., De Oliveira W.D., Lima S.E. 2019. Polyculture of curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) and canela shrimp (*Macrobrachium acanthurus*) feed with dehydrated cassava leaf meal. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 47: 27-33.
- Tamborus A., Mussolin E., Mantelatto F. 2012. Population and productive aspects of *Macrobrachium acanthurus* (Weismann 1836; Crustacea: Palaemonidae) from north coast of São Paulo State, Brazil. *Bra. J. Aquat. Sci. Technol.* 16: 9-18.
- Teshima S.I., Koshio S., Ishikawa M., Alamilla M.S., Hernández H.L.H. 2006. Protein requirements of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* evaluated by the factorial method. *J. World Aquacult. Soc.* 37: 145-153.

- Varela-Granados Y., Frías-Gómez S.A., Hernández-Hernández L.H., Powell M.S., Vega-Villasante F. 2021. Effects of manan oligosaccharides and fructooligosaccharides on the growth and nonspecific immune responses of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium acanthurus*. Lat. Am. J. Aquat. Res. 49: 299-306.
- Villafuerte M.A., Hernández H.L.H., Fernández A.M.A., Angeles L.O. 2016. Contribución al conocimiento de los requerimientos nutricionales del langostino nativo *Macrobrachium acanthurus*. Hidrobiológica. 26: 15-23.
- Yamasaki-Granados S., Ruiz-Fregozo M., Vega-Villasante F., Espinosa-Chaurand L.D., Cortés-Jacinto E., Oliva-Suárez M. 2012. Contribution to the biology of molting and growth of prawn *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Decapoda: Palaemonidae). Arch. Biol. Sci. 64: 651-658.