

Avances en Requerimientos Nutricionales de Langostinos Nativos

Luis Héctor Hernández Hernández*, Aldo Javier Padilla Bustos, Mario Alfredo Fernández Araiza & Omar Angeles López

Laboratorio de Producción Acuícola (Acuario), UNAM Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Avenida de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C.P. 54090. Tel. y fax (55) 5623 1197, Correo electrónico: luish3@yahoo.com

Resumen

El cultivo de langostinos nativos del género *Macrobrachium* se ha propuesto como una alternativa para su conservación y la creación de fuentes de empleo para los pescadores que se dedican a la captura de estas especies. En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos de pruebas de alimentación realizadas en el Laboratorio de Producción Acuícola con los estadios larvarios de *M. acanthurus* y *M. carcinus*, organismos que se distribuyen a lo largo del Golfo de México. Así mismo, se presenta una revisión sobre el conocimiento actual de los requerimientos en estas especies en los estadios de juvenil y adulto.

Palabras clave: adultos, langostinos, larvas, juveniles, nutrientes, requerimientos

Introducción

Los langostinos o camarones de agua dulce pertenecen a la familia Palaemonidae y son los crustáceos más diversos dentro del orden Decápoda, tienen una amplia distribución geográfica, batimétrica y están representados por numerosas especies en los sistemas marinos, estuarinos y dulceacuícolas (Hernández-Sandoval 2008). México cuenta con 104 especies de langostinos que se distribuyen en ambos litorales: en el Atlántico bordeando todo el Golfo de México y el mar Caribe; y en el Pacífico, desde Baja California hasta el estado de Chiapas (de los Santos-Romero, Silva-Rivera & Ruiz-Vega 2006). En los últimos años, muchas poblaciones de estos organismos han disminuido o desaparecido debido a dos factores principales: la sobrepesca y la contaminación de los ambientes acuáticos. Este fenómeno es particularmente grave en las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos (Estado de Veracruz), en las que dos especies, el camarón prieto *Macrobrachium acanthurus* (Figura 1a) y la acamaya *M. carcinus* (Figura 1b), son sujetas a pesquerías artesanales durante mayo a agosto, meses en los que los organismos migran hacia las lagunas costeras y se reproducen. Usualmente se capturan organismos de talla adulta incluyendo hembras ovígeras y en algunos casos se utilizan sustancias tóxicas para facilitar la pesca (Hernández-Guzmán, Cruz-Hernández, Mejía-Ortíz, Ortega & Viccon-Pale 1999). Así mismo, las industrias (papelera y cervecera, principalmente) y poblaciones asentadas en la zona litoral, descargan aguas residuales y desechos municipales directamente en los ríos, aumentando la concentración de materia orgánica y afectando directamente la calidad del agua y por ende, a las especies (Hernández-Guzmán *et al.*, 1999). Desde el punto de vista social, estos organismos representan un importante recurso para las comunidades, tanto desde un punto de vista comercial, como nutricional y de subsistencia, por lo que la sobrepesca obliga a los pescadores a tener un mayor esfuerzo de captura o buscar otras especies acuáticas, afectando la diversidad de los sistemas.

Por ello y como una opción para la conservación de estas especies se ha propuesto desarrollar su cultivo, lo que disminuiría la presión de pesca sobre las poblaciones aún existentes, crearía fuentes de empleo para los pescadores de la zona y en el futuro, aplicarse programas de repoblamiento. Considerando que el éxito de un cultivo esta directamente

ligado a una alimentación adecuada (Casas-Sánchez, Vaillard-Nava & Re-Araujo 1995), la investigación sobre los requerimientos nutricionales de cada especie es básico para el desarrollo de dietas balanceadas y que a la larga permitirá que el cultivo de los langostinos sea más eficiente y económico. Los requerimientos nutricionales para los paleomonidos se han reportado principalmente en el langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii*, (D'Abramo & New, 2010) y la información para las especies mexicanas empieza a generarse y este trabajo presenta avances realizados en el Laboratorio de Producción Acuícola y una revisión de la información hasta ahora publicada sobre los requerimientos nutricionales de los langostinos nativos, particularmente de las especies *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus*.

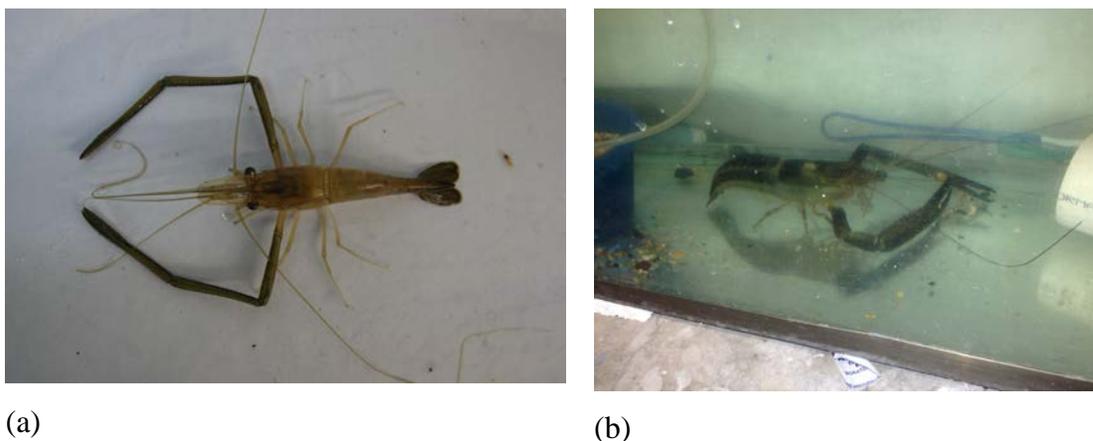


Figura 1. Langostinos macho de *Macrobrachium acanthurus* (a) y de *M. carcinus* (b).

Estadios larvarios

La determinación de requerimientos cuantitativos de nutrientes en los estadios larvarios de paleomonidos representa un reto. Aún cuando previamente se ha reportado que larvas de *M. carcinus* presentan una mejor supervivencia cuando se alimentan con una dieta húmeda con calamar (dos Santos, Gonçalves, Moraes & de Souza 2007) en el Laboratorio de Producción Acuícola se han utilizado microdietas aglutinadas con zeína y κ -carragenan como primer alimento en larvas *M. acanthurus* y *M. carcinus* sin éxito, pues causan una mortalidad alta durante los primeros días de iniciar las pruebas. Por ello, hemos utilizado

Hernández, L. 2015. Avances en Requerimientos Nutricionales de Langostinos Nativos. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Rivas Vega, M. y Miranda Baeza, A. (Eds), Nutrición Acuícola: Investigación y Desarrollo, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, ISBN 978-607-27-0593-7, pp.82-93.

nauplio de *Artemia* como alimento durante los primeros 20 días después de la eclosión. Para determinar el efecto de diferentes nutrientes en la supervivencia de las larvas de langostinos, los nauplios se someten a un proceso de enriquecimiento de corto plazo con microencapsulas de fosfatidilcolina y colesterol (Monroig, Navarro, Amar, Hontoria 2007). Hasta ahora, se ha utilizado DL-metionina (Evonik México, S.A. de C.V.), un aminoácido sulfurado indispensable y precursor en la síntesis de proteínas y de compuestos como el S-adenosilmetinonia (SAM), L-cisteína, glutatión, taurina, fosfatidilcolina y otros fosfolípidos (NRC 2011). Así mismo, se ha utilizado un derivado del ácido ascórbico, el 2-fosfo-L ácido ascórbico trisodio (Sigma Aldrich Comp.). La vitamina C está involucrada en el metabolismo antioxidante (Halver 2002). En una primera prueba, larvas de tres días después de la eclosión de *M. acanthurus* se alimentaron con nauplio de *Artemia* enriquecida con dos concentraciones del aminoácido DL-metionina (40 y 60 mg/ml). Como grupo control se utilizó nauplio sin ningún tipo de enriquecimiento. Grupos por triplicado de 100 larvas se alimentaron con sus respectivos tratamientos y diariamente se determinó la supervivencia. Las curvas de supervivencia se analizaron con una prueba de Gehan-Breslow-Wilcoxon con el programa Prism 6 for Mac OS X (GraphPad Software, Inc.). Después de 18 días de alimentación, se observó una mejor supervivencia de las larvas alimentadas con los nauplios enriquecidos con 40 mg/ml de DL-metionina (Figura 2).

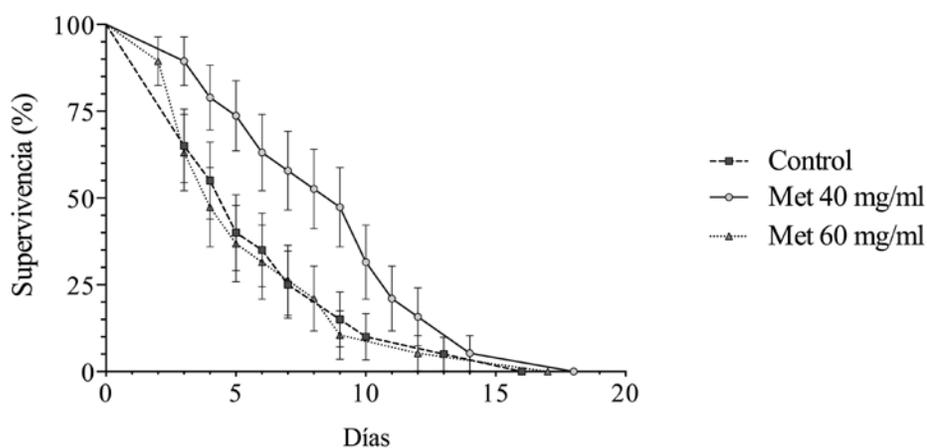


Figura 2. Supervivencia de larvas del langostino *Macrobrachium acanthurus* alimentadas con nauplio de *Artemia* enriquecidos con dos concentraciones de DL-metionina.

Con esta base, se desarrollo una nueva prueba de alimentación con larvas de *M. acanthurus*, considerando un grupo experimental con la concentración de 40 mg/ml de DL-metionina y la adición de 40 mg/ml de vitamina C, así como un grupo con 40 mg/ml de vitamina C y un grupo control alimentado con nauplio sin enriquecer. Se siguió el procedimiento ya mencionado previamente y el grupo alimentado con la mezcla de vitamina C y DL-metionina, mostró una mortalidad de 100% a los 9 días de iniciada la prueba. Los otros dos grupos mostraron una supervivencia de 10% (grupo control) y de 20% (grupo alimentado con vitamina C) a los 33 días en que los organismos alcanzaron el estadio de postlarva (Figura 3).

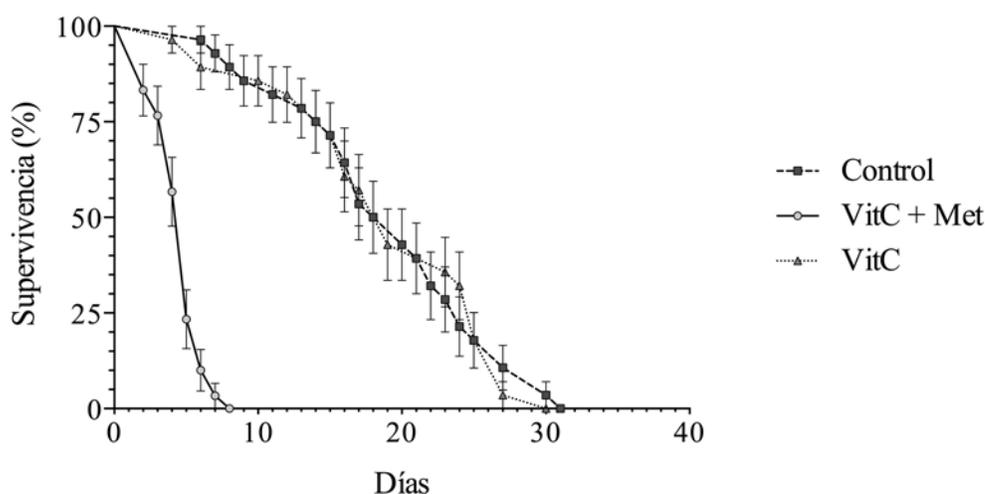


Figura 3. Supervivencia de larvas del langostino *Macrobrachium acanthurus* alimentadas con nauplios de *Artemia* enriquecidos con vitamina C más metionina y solo vitamina C.

Finalmente se realizó una prueba con larvas de *M. carcinus*, en la que grupos por triplicado de 50 larvas se alimentaron con nauplios enriquecidos con 40 mg/ml de DL-metionina, con 40 mg/ml de vitamina C y un grupo control sin enriquecimiento. La supervivencia de las larvas fue significativamente mejor con el tratamiento de vitamina C después de 35 días de alimentación (Figura 4). Estos resultados indican que durante el desarrollo larvario de *M. acanthurus* y *M. carcinus*, es necesario mejorar la calidad

nutricional del nauplio de *Artemia*. Previamente, se ha reportado que la inclusión de vitamina C en el alimento vivo de larvas de *Litopenaeus vannamei* y *M. rosenbergii*, mejora el crecimiento y la supervivencia (Moe, Koshio, Teshima, Ishikawa, Matsunaga & Panganiban 2004), efecto similar al observado en las larvas de *M. carcinus* y *M. acanthurus* alimentadas con 40 mg/ml del derivado 2-fosfo-L ácido ascórbico trisodio en el nauplio de *Artemia*. Es necesario determinar el efecto de diferentes concentraciones en la supervivencia de las especies nativas de langostino, además de probar otros derivados del ácido ascórbico. El enriquecimiento del nauplio de *Artemia* con DL-metionina no mostró un efecto definitivo sobre la supervivencia de las larvas de *M. acanthurus* y *M. carcinus*. Sin embargo y debido a la importancia de este aminoácido indispensable, también es necesario determinar el efecto de diferentes concentraciones en la supervivencia y desarrollo de ambas especies.

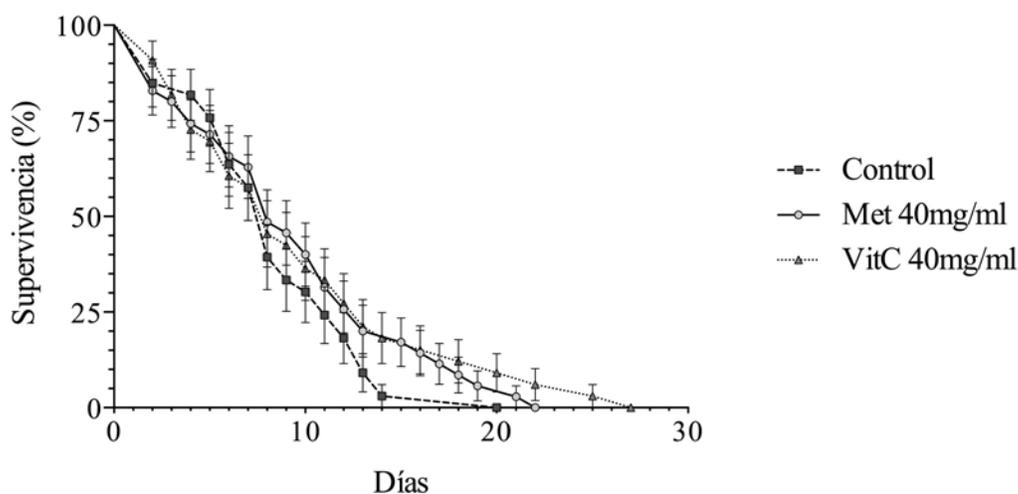


Figura 4. Supervivencia de larvas del langostino *Macrobrachium carcinus* alimentadas con nauplio de *Artemia* enriquecidos con DL-metionina y vitamina C.

Juveniles

Probablemente es en el estadio juvenil donde mayor información se ha generado respecto a los requerimientos nutricionales del género *Macrobrachium* (D'Abramo & New 2000). La determinación del requerimiento de inclusión de proteína es un primer paso para el desarrollo de dietas balanceadas, ya que estas moléculas son la principal fuente de energía para los crustáceos, además forman tejido nuevo y permiten la reparación de tejido dañado. Los requerimientos de proteína para los paleomonidos han sido reportados para juveniles de langostino malayo (*M. rosenbergii*) por diversos autores (D'Abramo & Sheen 1994; D'Abramo 1998; D'Abramo & New 2000) y Teshima, Koshio, Ishikawa, Alam & Hernandez (2006) reportan un requerimiento de 0.242 g de proteína por kg de peso por día, evaluado con el método factorial, lo que representa una inclusión aproximada de 40% de proteína en la dieta. Respecto a las especies de langostinos nativos, Casas-Sánchez *et al.* (1995) reportaron que juveniles de la acamaya *M. carcinus* no mostraron diferencias significativas en el crecimiento de organismos alimentados con una dieta con un contenido de 22% y otra de 42% de proteína proveniente de residuos vegetales y marinos. Recientemente Villafuerte, Hernández, Fernández & Angeles (en prensa) reportan un requerimiento de 37.8% para juveniles de *M. acanthurus* alimentados con dietas basadas en caseína. Estos datos indican que la inclusión de proteína en una dieta balanceada para estas especies debe de estar alrededor en un intervalo de 35 a 40%, lo que confirma también sus hábitos omnívoros de alimentación Albertoni, Palma-Silva & Esteves (2003).

Hasta ahora, no hay datos disponibles sobre los requerimientos cuantitativos de los 10 amino ácidos considerado como indispensables en la dieta, sin embargo se cree que al igual que en *M. rosenbergii*, otras especies requieren de metionina, lisina, treonina, arginina, leucina, isoleucina, histidina, fenilalanina, valina y triptófano (D'Abramo & New, 2010). Indudablemente, es necesario continuar con el trabajo de determinación de los requerimientos de aminoácidos.

Respecto a lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales no hay reportes en especies nativas y solo existe información relacionada con *M. rosenbergii* (D'Abramo 1998; D'Abramo & New, 2000), que podría servir como base para el desarrollo de nuevas líneas de investigación en *M. acanthurus* y *M. carcinus*.

Adultos

Los requerimientos nutricionales en los adultos es, probablemente, el estadio con menos información disponible. La maduración sexual y reproducción son periodos demandantes en el ciclo de vida de los langostinos, particularmente de los nutrientes que serán utilizados en la producción de gónadas (NCR 2011). Los reportes sobre requerimientos en adultos se reducen al de Espinosa-Chaurand, Vargas-Ceballos, Guzmán-Arroyo, Nolasco-Soria, Carrillo-Fárnes, Chong-Carrillo & Vega-Villasante (2011) en ellos indican que adultos de *M. tenellum* requieren de 29% de inclusión de proteína y recientemente, Benítez-Mandujano & Ponce-Palafox (2014) reportaron que adultos de *M. carcinus* mostraron un mejor crecimiento y retención de proteína cuando se alimentaron con inclusiones de proteína de 40 y 45% de proteína proveniente de harina de pescado y de soya, principalmente. Así mismo, estos autores reportan que la utilización de 13% de inclusión de lípidos (aceite de pescado, lecitina y ácidos grasos poliinsaturados) mejoró significativamente el crecimiento cuando se combinaron con niveles altos de proteína (40 y 45%). Villafuerte *et al.* (En prensa) reportaron que hembras de *M. acanthurus* alimentadas con una dieta con 44% de proteína provisto de harina de pescado, harina de krill y harina de soya y 13% de lípidos (aceite de krill, aceite de pescado y lecitina de soya) produjeron huevos con un contenido significativamente mayor de proteína y más alto de lípidos que aquellas alimentadas con una dieta con la inclusión exclusiva de harina de pescado y soya.

Conclusiones

El conocimiento sobre los requerimientos nutricionales de los langostinos nativos de México es uno de los aspectos importantes para el desarrollo del cultivo de estas especies.

A pesar de que la información generada hasta el momento es incipiente (Tabla 1), sirve de base para el desarrollo de nuevas líneas de investigación: en juveniles, más información debe obtenerse sobre los requerimientos de aminoácidos indispensables, de lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. Así mismo, se deben realizar trabajos relacionados con el efecto de dietas balanceadas en el crecimiento y desarrollo normales, así como en la expresión de genes marcadores de crecimiento. La identificación y uso de ingredientes locales para substituir a los productos marinos (harina y aceite de pescado, principalmente) en las dietas balanceadas, es también un campo amplio de trabajo. En adultos y reproductores es importante entender el efecto de los lípidos y ácidos grasos sobre la producción y calidad de los huevos producidos, así como el efecto de vitaminas y carotenoides sobre el desarrollo temprano de las larvas. Este último aspecto no se ha trabajado en crustáceos. Finalmente y de particular importancia para el desarrollo del cultivo, la producción de larvas de buena calidad es la base para la engorda de las postlarvas. Por ello es necesario la optimización del alimento durante el desarrollo larvario de estas especies, desde el enriquecimiento (tanto de corto y largo plazo) del nauplio de *Artemia*, el uso de otras presas (como rotíferos o cladóceros) como primer alimento y hasta el desarrollo de microdietas que permitan el desarrollo y crecimiento normales de los organismos.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales reportados hasta ahora para las especies nativas de langostino del genero *Macrobrachium* y susceptibles de ser cultivadas.

Especie	Estadio	Requerimiento	Referencia
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Juvenil	Proteína, 37.8%	Villafuerte <i>et al.</i> (en prensa)
<i>Macrobrachium carcinus</i>	Juvenil	Proteína, entre 22 y 42%	Casas-Sánchez <i>et al.</i> (1995)
	Adulto	Proteína, entre 40 y 45%	Benítez-Mandujano & Ponce-Palafox (2014)
	Adulto	Lípidos, 13%	Benítez-Mandujano & Ponce-Palafox (2014)
<i>Macrobrachium tenellum</i>	Adulto	Proteína, 29%	Espinosa-Chaurand <i>et al.</i> (2011)

Agradecimientos

Se agradece al Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover Grupos de Investigación (PAPCA) de la FES Iztacala convocatoria 2013, por el financiamiento para la realización de este trabajo. Los autores también agradecen el apoyo financiero del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la DGAPA, UNAM, proyecto IN218313.

Referencias

- Albertoni E.F., Palma-Silva C. & Esteves F.A. (2003) Natural diet of three species of shrimp in a tropical coastal lagoon. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **46**, 395-403.
- Benítez-Mandujano M. & Ponce-Palafox J.T. (2014) Effects of different dietary of protein and lipid levels on the growth of freshwater prawns (*Macrobrachium carcinus*) broodstock. *Revista MVX Córdoba* **19**, 3921-3929
- Casas-Sánchez R., Vaillard-Nava Y. & Re-Araujo A.D. (1995) Nutrición de juveniles de langostino *Macrobrachium carcinus* (Crustacea:Decapoda) con dietas de residuos vegetales y marinos. *Revista de Biología Tropical* **43**, 251-256.
- D'Abramo L. R. & Sheen S. S.. (1994) Nutritional requirements, feed formulation, and feeding practices for intensive culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Reviews in Fisheries Science* **2**, 1-21.
- D'Abramo L.R. (1998) Nutritional requirements of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: comparisons with species of penaeid shrimp. *Reviews in Fisheries Science* **6**,153-163.
- D'Abramo L.R. & New M.B. (2000) Nutrition, feeds and feeding. In: Freshwater prawn culture, the farming of *Macrobrachium rosenbergii* (ed. by New M.B. & Valenti W.C.), pp. 203-220. Blackwell Science, Oxford.
- de los Santos-Romero R., Silva-Rivera M.E. & Ruiz-Vega J. (2006) Distribución, producción biológica y aprovechamiento de especies de la familia Palaemonidae en los humedales de Colotepec, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo* **4**, 5-18.
- Dos Santos E.P., Gonçalves L.A.L., Morales Da Silva P.M. & De Souza C.E. (2007) Influência de diferentes dietas na sobrevivencia larval do camarão de água doce *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758). *Acta Scientiarum Biological Science* **29**, 121-124.
- Espinosa-Chaurand L.D., Vargas-Ceballos M.A., Guzmán-Arroyo M., Nolasco-Soria H., Carrillo-Fárnes O., Chong-Carrillo O. & Vega-Villasante F. (2011) Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: estado del arte. *Hidrobiológica*, **21**: 99-117.
- Halver, J.E.. (2002). The vitamins. In: Fish nutrition (ed. by J.E. Halver & R.W. Hardy), pp. 62-143. Academic Press, San Diego.
- Hernández-Guzmán M.A., Cruz-Hernández J., Mejía-Ortíz L.M., Ortega P.& Viccon-Pale J.A. (1999) Relative abundance and growth of *Macrobrachium heterochirus* between 1983-84 and 1996-97, Huitzilapan river basin, Veracruz, Mexico. In: The biodiversity crisis and Crustacea, Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress (ed. by Schram. F. R. & Von Vaupel Klein J. C.), pp. 739-749.
- Hernández, L. 2015. Avances en Requerimientos Nutricionales de Langostinos Nativos. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Rivas Vega, M. y Miranda Baeza, A. (Eds), Nutrición Acuicola: Investigación y Desarrollo, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, ISBN 978-607-27-0593-7, pp.82-93.

- Hernández-Sandoval, P. (2008) Efecto de la temperatura en el crecimiento y sobrevivencia del langostino *Macrobrachium tenellum* y del acocil *Cherax quadricarinatus*. Tesis de maestría. CIDIIR-IPN. Sinaloa, México, 60 p.
- Moe Y.Y., Koshio S., Teshima, S.I., Ishikawa M., Matsunaga Y. & Panganiban A. (2004). Effect of vitamin C derivatives on the performance of larval kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture* 242, 501-512.
- Monroig O., Navarro J.C., Amat F. & Hontoria F. (2007). Enrichment of *Artemia* nauplii in vitamin A, vitamin C and methionine using liposomes. *Aquaculture* 269: 504-513.
- NRC (2011) Nutrient requirements of fish and shrimps. The National Academic Press. Washington DC, USA. 376 p.
- Teshima S.I., Koshio S., Ishikawa M., Alam M.S., Hernandez H.L.H. (2006). Protein requirements of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* evaluated by the factorial method. *Journal of the World Aquaculture Society* 31, 145-153.
- Villafuerte M.A., Hernández H.L.H., Fernández AMA, Angeles L.O. Contribución al conocimiento de los requerimientos nutricionales del langostino nativo *Macrobrachium acanthurus* (Wigmann, 1836). *Hidrobiológica* En prensa.