

# UNIVERSIDAD DEL MAR

*Campus Puerto Ángel*

División de Estudios  
de Posgrado



## *Doctorado en Ecología Marina*

Líneas de investigación:

- Ecología Marina
- Ecología de Peces y Biología pesquera
- Ecología de Tetrápodos Marinos
- Ecología y Taxonomía del Bentos
- Flujos de carbono en el Océano y Contaminación Marina
- Hidrodinámica de la Zona Costera
- Manejo de Recursos Marinos
- Taxonomía, Biogeografía y Ecología de Arrecifes Coralinos



## *Maestría en Ciencias: Ecología Marina*



## *Doctorado en Ciencias Ambientales*

Líneas de investigación:

- Análisis Químico de Contaminantes
- Biorremediación
- Diseño de Sistemas de Tratamiento
- Fenómenos de Transporte
- Gestión Ambiental
- Ingeniería Ambiental
- Química de Productos Naturales
- Simulación y Control de Procesos
- Técnicas Electroquímicas
- Toxicología Ambiental



## *Maestría en Ciencias Ambientales*

Áreas de concentración:  
Química Ambiental  
Ingeniería Ambiental

## Informes

Dra. María del Rosario Enríquez Rosado  
Jefa de la División de Estudios de Posgrado  
Tel. (958) 584 3057 Ext. 111  
Fax. (958) 584 3078  
posgrado@huatulco.umar.mx

[www.umar.mx](http://www.umar.mx)

## Sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA´s) en las granjas camaronícolas de Sinaloa

Carmen Cristina Osuna Martínez\*<sup>1</sup>, Marisela Aguilar Juárez<sup>1</sup>  
& Juan Francisco Fierro Sañudo<sup>2</sup>

### Resumen

La camaronicultura ha sido una actividad ampliamente desarrollada en el estado de Sinaloa, el cual junto con Sonora, es uno de los principales productores de camarón en México. Sin embargo, existe un reclamo por parte del sector pesquero en el sentido de que las granjas camaronícolas "unidades de producción acuícola", capturan, mediante su bombeo, postlarvas de camarón y larvas de otros organismos de interés comercial, lo cual se asume que pudiera afectar a las pesquerías de camarón y otros recursos. Además de ello, existe una preocupación en el sentido ecológico ya que, si bien hay afectaciones a organismos susceptibles de comercializar; durante las prácticas de bombeo, el agua que se succiona puede también contener organismos (principalmente planctónicos) de diversos grupos taxonómicos de gran importancia ecológica. Para atender a esta problemática, se han realizado algunos trabajos de investigación por parte de personal de diferentes instituciones, con el fin de determinar el grado de afectación que la succión de las bombas pudiera estar ejerciendo. Por ejemplo, en las granjas camaronícolas de Sinaloa, se propuso desarrollar e implementar sistemas de exclusión de fauna acuática, para lo cual, se probaron dispositivos excluidores de varios tipos y se establecieron

### Abstract

Shrimp farming has been a widely developed activity in the state of Sinaloa, which along with Sonora is one of the main shrimp producers in Mexico. However, there is a claim by the fishing industry that shrimp farms (also called aquaculture production units) capture shrimp postlarvae and larvae of other organisms of commercial interest by pumping them, which could affect the fisheries. In addition, there is also an ecological concern because of during pumping practices, the water that is sucked in, may contain organisms (mainly planktonic) of various taxonomic groups of great ecological importance. In order to address this problem, some research work was carried out by personnel from different institutions to determine the degree of involvement that pump suction might be exerting. According to these studies, it was proposed the development and implementation of the systems of exclusion of aquatic fauna in the shrimp farms of Sinaloa. For this purpose, excluding devices of various types were tested and the most indicated were established, according to the pumping capacities of each farm. As a result, Mexican Official Standard NOM-074-SAG / PESC-2014 was established to regulate the use of these exclusion systems in aquaculture production units for shrimp farming

<sup>1</sup> Laboratorio de Estudios Ambientales, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n, Centro, 82,000. Mazatlán, Sinaloa.

<sup>2</sup> Posgrado en Ciencias Agropecuarias, Colegio de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Sinaloa, Boulevard San Ángel s/n, Fraccionamiento San Benito, 80,000. Culiacán Sinaloa.

\*Autor de correspondencia: carmen.cristina.osuna@uas.edu.mx

los más indicados, de acuerdo a las capacidades de bombeo de cada granja. Como resultado, se estableció la Norma Oficial Mexicana NOM-074-SAG/PESC-2014 para regular el uso de estos sistemas de exclusión en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en este estado. En el presente trabajo se hace un análisis de la problemática mencionada, así como de la utilización de estos sistemas para disminuir los impactos.

in the state of Sinaloa. In the present work an analysis of the mentioned problem is made, as well as of the use of these systems to diminish the impacts.

**Palabras clave:** Camaronicultura, capturas incidentales, sistemas de exclusión de fauna acuática.

**Key words:** Shrimp farming, by-catch, excluder systems of aquatic wildlife.

### Desarrollo de la camaronicultura en Sinaloa

La actividad acuícola en México comenzó a ser una actividad económicamente importante a finales de los años setenta y principios de los ochenta (DeWalt *et al.* 2002). A finales del siglo XX, la camaronicultura alcanzó un crecimiento acelerado en áreas tropicales y subtropicales costeras, en comparación con otras actividades económicas. Sin embargo, su desarrollo estuvo acompañado por controversias en torno a su impacto ambiental, económico y social (Páez-Osuna 2001). A pesar de ello, la camaronicultura ha sido una actividad ampliamente desarrollada que ha

sobrepasado la producción por pesca en esteros y bahías, así como de altamar. Para el 2009, la producción acuícola de camarón alcanzó un máximo histórico de 133,282 toneladas (Figura 1). Si bien, esta cifra ha venido disminuyendo hasta llegar a las 60,292 toneladas en 2013, la producción acuícola de camarón se sigue manteniendo elevada, más que su producción por pesca (CONAPESCA 2013).

El estado de Sinaloa, es uno de los principales productores de camarón en México y en el año 2009, su producción total sólo era superada por el estado de Sonora. A partir de 2014, Sinaloa supera a Sonora y se coloca en

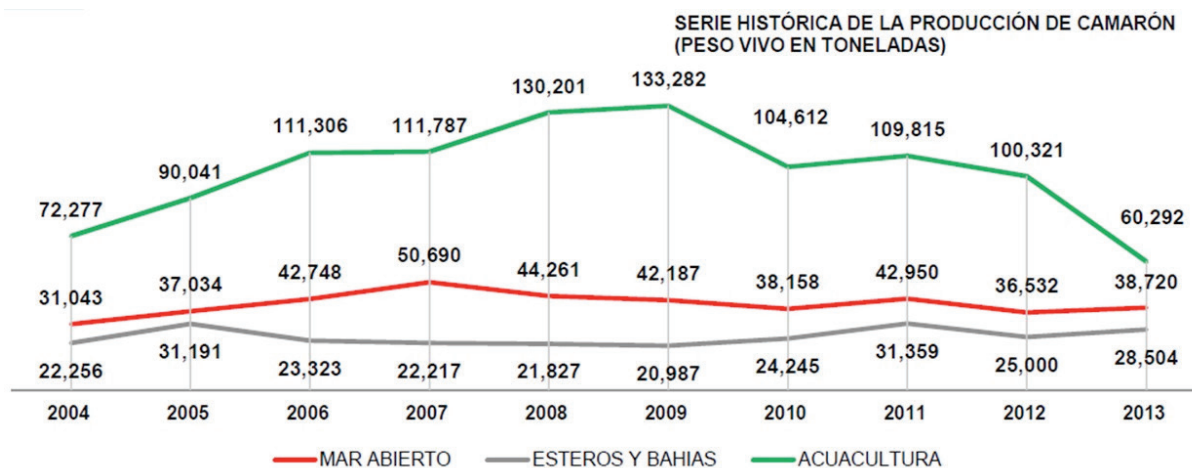


Figura 1. Serie histórica de la producción de camarón en México (peso vivo en toneladas; CONAPESCA 2013).

el primer lugar, en el cual se ha mantenido consistentemente como productor de este importante recurso (CONAPESCA 2013). En el año 2011, la producción de camarón de cultivo en el estado de Sinaloa, alcanzó un total de 50,734.3 t, lo cual representó el 46.2 % de la producción acuícola nacional de este crustáceo, ocupando el segundo lugar en volumen total de producción a nivel nacional, aportando a la economía estatal un valor total de 2,034,231.50 miles de pesos (NOM-074-SAG/PESC-2014). En el 2013, en Sinaloa se contabilizó un total de 773 unidades de producción acuícola (CONAPESCA 2013), cifra que se mantiene a la fecha (Ayala-Cota, CONAPESCA, com. pers. 2017). Sin embargo, al igual que en otras partes del mundo, los productores acuícolas de Sinaloa se han enfrentado a los retos que la camaronicultura conlleva, específicamente, las capturas de postlarvas de camarón y de otros organismos planctónicos que son succionadas por las bombas hacia el interior de los canales de llamada de las granjas (Osuna-Martínez 2007).

Una variante de la camaronicultura tradicional con aguas salobres y marinas, es el cultivo de camarón utilizando aguas dulces y de baja salinidad, o también llamados "cultivos tierra adentro". Esta tecnología se desarrolló en Tailandia a principio de la década de los 90's como una estrategia para contrarrestar los efectos de las enfermedades virales; los productores tomaron la decisión de llevar sus cultivos alejados de las costas en busca de fuentes de agua libre de agentes virales, trabajando en sus inicios con aguas a 4 g L<sup>-1</sup> de salinidad, mediante la mezcla de agua de río con salmuera (concentrado de agua de mar evaporada; Roy *et al.* 2010). Rápidamente otros países adoptaron esta técnica de cultivo, entre los cuales destacan: Estados Unidos, México, Venezuela, Ecuador, Brasil, China, India y Australia. Ha sido tal su impacto de los "cultivos tierra adentro", que actualmente el 15.2 % del camarón producido por acuicultura a nivel mundial proviene de este tipo de granjas (FAO 2017).

En México, Colima fue el estado pionero en el desarrollo del cultivo de camarón usando

aguas de baja salinidad provenientes de acuíferos subterráneos, principalmente, con una superficie de cultivo de aproximadamente 200 hectáreas (Panorama acuícola 2010); por su parte, Baja California actualmente dedica 21.5 hectáreas de cultivo en el valle de Mexicali (Giffard-Mena *et al.* 2014) utilizando aguas provenientes de los canales de riego, mientras que para Sinaloa no se tienen cifras exactas, pero se estima que solo en el sur del estado se utilizan cerca de 12 hectáreas para dicha actividad (Páez-Osuna, UNAM, com. pers. 2016).

Es importante señalar, que al no depender directamente de la costa y de cuerpos de agua estuarinos para el llenado y recambio de agua de los estanques, este tipo de granjas no contribuyen a la captura de postlarvas de camarón silvestre. Además es posible llevar a cabo la integración de la camaronicultura con la agricultura y obtener resultados de producción satisfactorios, como se ha visto en Tailandia a nivel comercial con arroz (Flaherty *et al.* 2000), y experimentalmente en Estados Unidos con árboles de olivo (McIntosh & Fitzsimmons 2003), en Brasil con melón (Miranda *et al.* 2008) y en México con tomate bola, tomate uva y lechuga (Mariscal-Lagarda *et al.* 2012; Fierro-Sañudo *et al.* 2015), transformando a la camaronicultura en una actividad más sustentable.

### **Capturas incidentales de larvas de organismos marinos**

Una de las principales críticas de que es objeto la actividad acuícola, es la de ser una actividad poco sustentable, la cual, ocasiona importantes impactos ambientales. Incluso, cabe mencionar que la acuicultura compite con otras actividades económicas por el uso de suelo, agua, paisaje y mercado. En cuanto a la actividad pesquera, la competencia se da principalmente por la utilización en la industria acuícola de larvas, juveniles y reproductores silvestres, lo que afecta el reclutamiento en las poblaciones naturales utilizadas para captura por pesca (Martínez-Córdova *et al.* 2009). Existe, entonces, un reclamo por parte del sector pesquero en el sentido de que las granjas camaronícolas, capturan, mediante su bombeo, postlarvas de camarón y larvas de

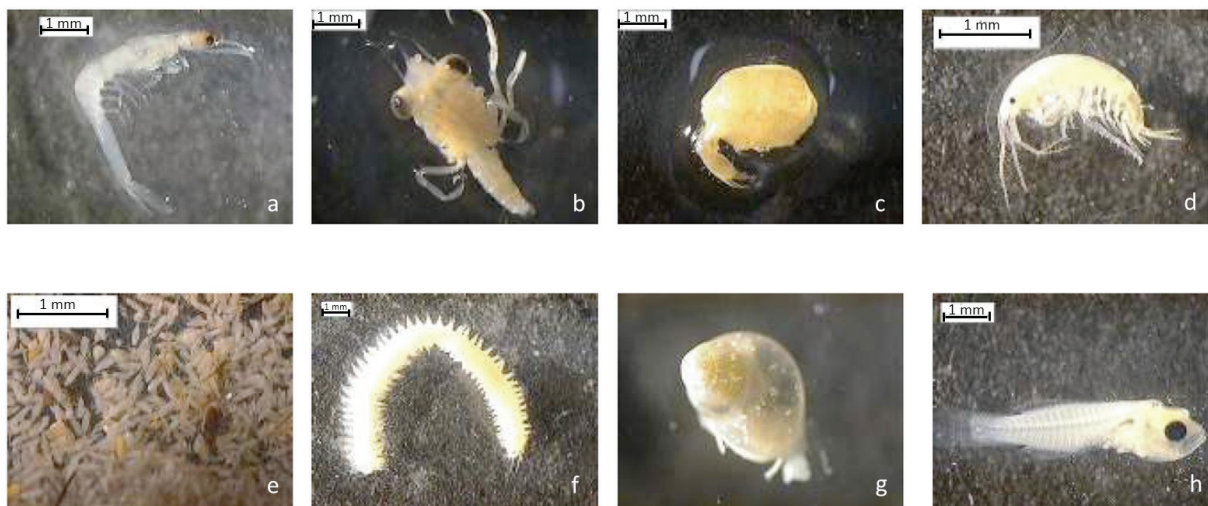
otros organismos de interés comercial, lo cual se asume que pudiera afectar a las pesquerías de camarón y otros recursos (Figura 2).

Además de ello, existe también una preocupación en el sentido ecológico ya que, si bien, se afecta a organismos susceptibles de comercializar; durante las prácticas de bombeo, el agua que se succiona puede contener organismos (principalmente planctónicos) de diversos grupos taxonómicos y de gran importancia ecológica (Osuna-Martínez 2007). Para atender a esta problemática, se realizaron algunos trabajos de investigación, tales como Aragón-Noriega & García-Juárez 2002; Valenzuela-Quñonez *et al.* 2004; Osuna-Martínez 2007, para determinar el grado de afectación que la succión de las bombas pudiera estar ejerciendo. De acuerdo a tales estudios y para hacer frente a esta problemática, se propuso la elaboración de una norma para establecer el desarrollo e implementación de los sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA's), en las granjas camaronícolas de Sinaloa. Se integró así un comité formado por parte de los sectores productivos, en conjunto con personal de instituciones y dependencias del gobierno estatal y federal, como la Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola de la

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y el Gobierno del Estado de Sinaloa, a través del Comité Estatal de Sanidad Acuícola (CESASIN) y del Centro de Manejo de Recursos Costeros del Estado de Sinaloa (CEMARCOSIN).

### Uso de sistemas de exclusión de fauna acuática en granjas camaronícolas de Sinaloa

Por parte del comité establecido, se diseñaron los dispositivos excluidores para la evaluación de su funcionamiento y eficiencia en el campo y, de esta manera, poder determinar los diferentes tipos requeridos y establecer los más indicados, de acuerdo a las capacidades de bombeo y características particulares de cada granja (Aguirre-Villaseñor *et al.* 2011). Como resultado, en el año 2014 se estableció la Norma Oficial Mexicana NOM-074-SAG/PESC-2014 para regular el uso de estos sistemas de exclusión en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el estado de Sinaloa. Dicha norma establece el uso de cuatro tipos de SEFA's, los cuales, son definidos por Aguirre-Villaseñor *et al.* (2011) como aquella instalación que permite regresar al medio los organismos en condiciones



**Figura 2.** Diferentes grupos de organismos que son succionados por las bombas de las unidades acuícolas de Sinaloa (a: postlarva de camarón; b y c: larvas de portúnidos; d: isópodo; e: muestra heterogénea; f: poliqueto; g: molusco gasterópodo; h: larva de pez; modificado de Aguirre-Villaseñor *et al.* 2011).

óptimas para su reincorporación al sistema natural del cual fueron extraídos. De acuerdo con la NOM-074-SAG/PESC-2014, de manera general, los SEFA's deben contar con los siguientes componentes (Figura 3):

- 1) Área de amortiguamiento: Zona acondicionada posterior a la descarga de agua del equipo de bombeo, cuya función es aumentar la superficie de contacto y conducción del agua, antes de llegar al dispositivo de filtrado, de esta manera disminuir la fuerza y turbulencia del agua ingresada a la granja, y minimizar el daño a los organismos. Su instalación depende del tipo de sistema de exclusión utilizado.
- 2) Dispositivo de filtrado: Mecanismo cuya función es depurar el agua succionada por el equipo de bombeo para evitar que ingresen organismos externos al reservorio y/o al tanque de cultivo.
- 3) Colector de organismos: Estructura o dispositivo diseñado para recibir los organismos, retenidos en el dispositivo de filtrado.
- 4) Tubo de exclusión: Conducto por el cual se regresará al medio natural a los organismos separados en el colector de organismos.
- 5) Registros de recuperación: Estructuras que permiten la oxigenación del agua de descarga, mejorando la recuperación de los organismos.
- 6) Estructura de descarga: Estructura que sirve

para controlar el flujo de agua, y el nivel del interior del reservorio, es donde se reciben los organismos provenientes de la tubería de distribución, minimizando la caída de los organismos, antes del regreso al medio natural.

La NOM-074-SAG/PESC-2014 entró en vigor el primero de marzo de 2017, por lo que, a partir de esta fecha, todos los productores acuícolas deberán contar con el tipo de SEFA que aplique para su granja. En esta Norma Oficial, también se especifica la evaluación continua del funcionamiento de los sistemas excluidores, por parte de los oficiales federales de pesca de la CONAPESCA, quienes hacen recorridos para verificar su instalación y buen funcionamiento (porcentaje total de organismos muertos no deberá ser superior al 50 % del total de la muestra).

### Perspectivas

Como se ha observado, hay una tendencia de la producción acuícola hacia su incremento, no sólo en Sinaloa y en México, sino a nivel mundial. En "El estado mundial de la pesca y la acuicultura", la FAO (2016) hizo una proyección hasta 2025 con la comparación entre la producción de las actividades acuícola y pesquera, en la cual se observa una mayor producción acuícola (Figura 4). Como se ha mencionado, los "cultivos tierra adentro" constituyen un aliciente para disminuir



Figura 3. Esquema general de un SEFA (1-6: secuencia de funcionamiento del sistema; Aguirre-Villaseñor *et al.* 2011).

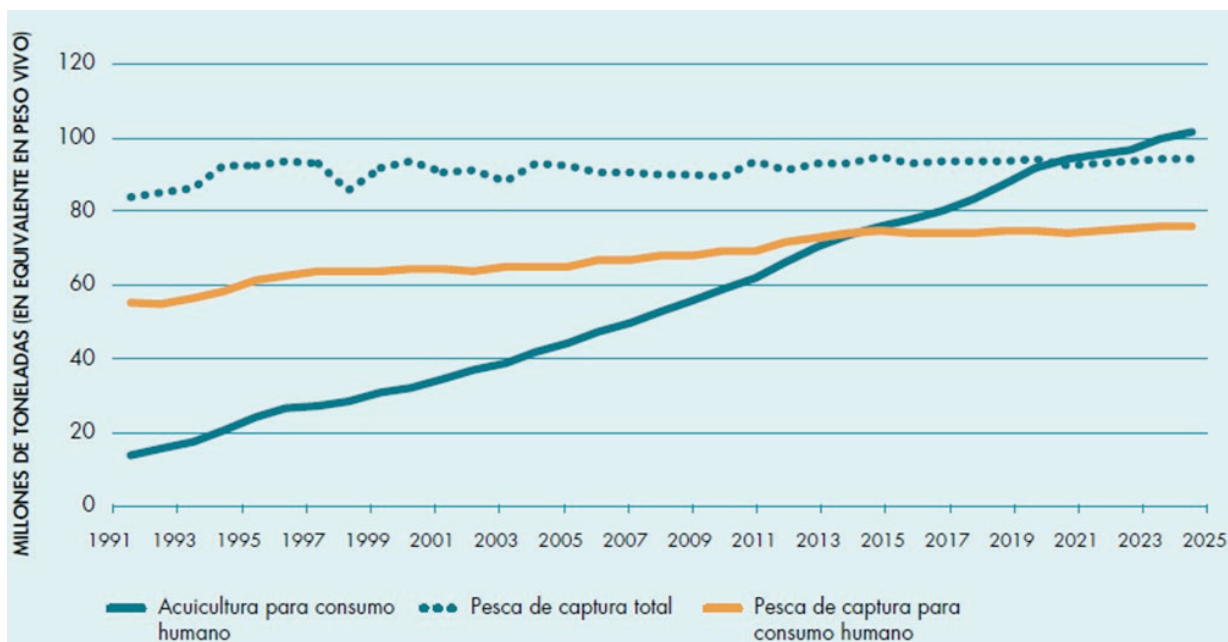


Figura 4. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura hasta 2025 (FAO 2016).

las capturas incidentales de larvas y postlarvas de interés comercial y ecológico; pero el mayor porcentaje de las granjas camarónicas están instaladas en la zona costera, lo cual implica la succión de estos organismos, por efecto del bombeo. Sin embargo, a la fecha, no hay información acerca de que en otros países se estén llevando a cabo esfuerzos por contrarrestar los efectos de las capturas de postlarvas (Búsqueda en Scopus-Elsevier, 20 de mayo de 2017). Por ello, el establecimiento de los SEFA's y la norma que los regula constituye un precedente en cuanto a los esfuerzos que, en materia de mitigación, se llevan a cabo en México. Incluso, posteriormente será necesario evaluar la implementación de estos sistemas excluidores en las unidades de producción acuícola de otros estados del país.

## Referencias

- Aguirre-Villaseñor, H. G. Aldana-Flores, C. J. Saucedo-Barrón, E. Tirado-Figueroa, J. Meza-Rogel & S. López-Sánchez. 2011. Caracterización de los sistemas excluidores de fauna acuática, utilizados por las unidades de producción acuícola de cultivo de camarón en el Estado de Sinaloa. INAPESCA-CEMARCOSIN. Informe final. 110 pp.
- Aragón-Noriega, E. A. & A. R. García-Juárez, 2002. Incidencia de postlarvas de camarón (Crustacea:

Penaeidae) en el canal de llamada de una granja camaronesa del Estado de Sonora. En: M.E. Hendrickx (Ed.) Contribuciones a los crustáceos del Pacífico Este. Vol. 1. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, pp. 145-154.

- CONAPESCA, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. 2013. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2013. <http://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>, 299 pp.
- DeWalt, B. R., J. R. Ramírez-Zavala, L. Noriega & R. E. González. 2002. Shrimp Aquaculture, the people and the environment in coastal Mexico. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. 73 pp.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. <http://www.fao.org/fishery/sofia/es>, 24 pp.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017. Producción mundial acuícola. Consultado el 27 de mayo del 2017. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>.
- Fierro-Sañudo, J. F., S. G. Alarcón-Silvas, J. A. León-Cañedo, J. G. Gutiérrez-Valenzuela, J. Ramírez-Rochín, M. M. Mariscal-Lagarda, M. A. Franco-Nava, R. Lizárraga-Jiménez, J. I. Osuna-López & F. Páez-Osuna. 2015. Integrated culture of shrimp (*Litopenaeus vannamei*), tomato (*Lycopersicon esculentum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) using diluted

- seawater: management, production and water consumption. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science* 4(7): 315-324.
- Flaherty, M., B. W. Szuster & P. Miller. 2000. Low salinity shrimp farming in Thailand. *Ambio* 29: 174-179.
- Giffard-Mena, I., R. M. González-Barradas, M. C. Arredondo-García, F. Lafarga-De la cruz, C. Granados-Machuca, L. M. López-Acuña & C. D. True. 2014. La acuicultura en el valle de Mexicali: especies y áreas de cultivo. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, 334 pp.
- Mariscal-Lagarda, M. M., F. Páez-Osuna, J. L. Esquer-Mendez, I. Guerrero-Monroy, A. Romo Del Vivar & R. Felix-Gastelum. 2012. Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: management and production. *Aquaculture* 336-367: 76-84.
- Martínez-Córdova, L. R., M. Martínez-Porchas & E. Cortés-Jacinto. 2009. Camaronicultura mexicana y mundial: ¿actividad sustentable o industria contaminante? *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25(3): 181-196.
- McIntosh, R. P. & K. Fitzsimmons. 2003. Characterization of effluent from an inland, low salinity shrimp farm: what contribution could this water make if use for irrigation. *Aquacultural Engineering* 27: 147-156.
- Miranda, F. R., R. N. Lima, L. A. Crisóstomo & M. G. S. Santana. 2008. Reuse of inland low-salinity shrimp farm effluent for melon irrigation. *Aquacultural Engineering*, 39: 1-5.
- Norma Oficial Mexicana NOM-074-SAG/PESC-2014, Para regular el uso de sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA) en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el Estado de Sinaloa. 11 pp.
- Osuna-Martínez, C. C. 2007. Captura incidental de post-larvas de peneidos y larvas de especies de interés comercial, durante el bombeo en granjas camaronícolas del sistema lagunar Santa María, Sinaloa. Tesis de maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, México.
- Páez-Osuna, F. 2001. Camaronicultura y medio ambiente. UNAM y El Colegio de Sinaloa, México, D. F. 452 pp.
- Panorama Acuícola. 2010. Es Colima líder productor en la engorda de camarón. Consultado el 27 de mayo del 2017. [http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2010/10/28/es\\_colima\\_lider\\_productor\\_en\\_la\\_engorda\\_de\\_camaron.html](http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2010/10/28/es_colima_lider_productor_en_la_engorda_de_camaron.html).
- Roy, L. A., D. A. Davis, I. P. Davis, C. A. Boyd, H. J. Pine & C. E. Boyd. 2010. Shrimp culture in inland low salinity waters. *Reviews in Aquaculture* 2: 191-208.
- Valenzuela-Quinonez, W., J. A. López-Limón & E. A. Aragón-Noriega. 2004. Impacto del cultivo de camarón por succión de larvas de peces y camarón mediante el bombeo de granjas acuícolas en Navachiste, Sinaloa. *Hidrobiológica* 14 (2): 105-112 pp.

**Recibido:** 29 mayo de 2017

**Aceptado:** 12 de junio de 2017