

Logros y aportaciones en investigación científica y desarrollo tecnológico

FRANCISCO JAVIER MAGALLON BARAJAS

Investigador Titular (01/01/1996 al 02/2014)

Programa de Acuicultura

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Mar Bermejo # 195

Col. Playa Palo de Santa Rita

La Paz, Baja California Sur, México. C.P. 23090

Tel. (612) 1 23 84 37. fmagallon04@gmail.com, fmagallon04@cibnor.mx

Licenciado en Biología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional, México.

Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Investigador Nacional N 2.

Experiencias en Investigación

Investigador en Ciencias Pesqueras (1976-1984) en el Instituto nacional de pesca. Investigador en acuicultura marina (1985-2015) en el Programa de Acuicultura del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Profesor del Programa de posgrado del CIBNOR. Co-Autor de 36 artículos de investigación sobre biología y cultivo de camarones, cuatro libros y seis capítulos de libro. Director y co-director de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

Experiencias en vinculación

Fundador del área y posteriormente del Programa de Acuicultura del CIBNOR, colaborador con la industria acuícola en diversos temas que incluyen; la domesticación del camarón, estudios de impacto ambiental a nivel ecosistema, estudios de sanidad acuícola para enfrentar las enfermedades virales y bacterianas, sistemas eco-eficientes de producción acuícola y de integración agroacuícola y multitrófica.



Formación de recursos humanos

Impartición de cursos en el Programa de Posgrado de CIBNOR como titular de las materias “Fundamentos para el desarrollo de la acuicultura sostenible”, “Método científico” y como colaborador en los cursos de: “Bioquímica”, “Tópicos selectos de metabolismo”, y en el de “Manejo de recursos naturales”. He formado parte de comités tutoriales de maestría (CIBNOR, ITSON e IPN-CIIDIR) y comités de doctorado (CIBNOR e ITSON). Participación como director y co-director de una tesis de maestría y tesis de doctorado.

Producción científica

Co-autor de 40 publicaciones, por el impacto de los artículos publicados, se han obtenido 219 citas de las cuales 174 son A y 45 son B.

Vinculación

Como parte de los esfuerzos orientados a la vinculación con el sector acuícola, se ha participado en la gestión de trece proyectos en los últimos 10 años (2006-2016), con responsabilidad técnica en nueve y responsabilidad técnica de sub-proyecto en cuatro de ellos. Todos los proyectos corresponden al ámbito de la acuicultura marina, particularmente al cultivo de camarón en temas de sanidad acuícola, bioseguridad, ecoeficiencia e innovaciones para el desarrollo de la acuicultura sostenible con menor riesgo sanitario, inclusión de insumos críticos, impacto en la eutrofización cultural, presión sobre la frontera acuícola con la agricultura y los ecosistemas. Otra característica de estos proyectos consiste en la colaboración multi-disciplinaria, multi-institucional en un marco regional de vinculación con asociaciones de empresas o empresas innovadoras en el campo de la acuicultura. Otro aspecto importante de la vinculación en este periodo ha sido la oportunidad de participar en múltiples reuniones de trabajo con productores y empresarios acuícolas donde ha habido la oportunidad de conocer sus problemas y las oportunidades de investigación e innovación que ello implica, que en esta propuesta se reflejan en un intento de responder preguntas cuya respuesta o conocimiento nuevo desarrollado pueden ayudar al desarrollo de la industria acuícola y la seguridad alimenticia que ello conlleva, con el reto de orientar la investigación desde el conocimiento de la problemática de la industria acuícola.

Logros

En el tema de la sanidad y bioseguridad acuícola, se publicó la estrategia de vacío sanitario para disminuir los riegos provocados por la enfermedad de las manchas blancas en *Reviews in Aquaculture* (Hernández Llamas et al. 2013), que forma parte de ocho



estrategias del plan de manejo sanitario integrado (Magallón-Barajas et al. 2011) y reconocido mediante un acuerdo de SAGARPA y como un desarrollo tecnológico por un Comité de CIBNOR. Las bases para este desarrollo fueron investigaciones de doctorado (Esparza 2009), que permitieron publicar dos artículos que demostraron que la vía acuática es importante para la dispersión del virus WSSV (Esparza et al 2009, 2010). Ello indujo a la búsqueda del virus en las poblaciones salvajes que concluyó en otro artículo donde se demuestra que a bajas temperaturas las técnicas de diagnóstico disponibles no detectan camarones infectados (Moser et al 2012), lo que permitió a los Comités de Sanidad modificar las técnicas de detección del WSSV en la época invernal. Adicionalmente se detectó que los crustáceos de los ecosistemas adyacentes a las granjas se encuentran co-infectados con otros virus (Macías-Rodríguez et al 2014). Estos logros fueron resultado de un trabajo multidisciplinario, multi-institucional (ITSON, IPN-CIIDIR, CIAD, UAN, CIBNOR) de carácter regional con cuatro Comités Estatales de Sanidad Acuícola (COSAES, CESASIN, CESANAY, CSABCS) que representan la mayoría de los productores acuícolas del Noroeste. Así como de la gestión de dos proyectos aprobados para el diseño de un sistema de exclusión de patógenos (CONAPESCA) y factores ambientales relacionados con el problema de la enfermedad de las manchas blancas (AERI-CONACYT). El vacío sanitario, que mostró ser efectivo ante el problema de las enfermedades virales, no ha sido suficiente para atender la emergencia de co-infecciones de virus con una nueva enfermedad causada por bacterias portadores de plásmidos, cuya expresión genera toxinas que causan mortalidad en camarones de cultivo, como la ocurrida en la primavera del 2013, por lo que el Plan de Manejo debe ser actualizado para incluir una estrategia conjunta de convivencia con virus y Vibrios, en un marco de bajo riesgo sanitario, tema de colaboración con un proyecto regional multidisciplinario y multiinstitucional coordinado por CIAD. Los conocimientos y experiencia de estos proyectos han sido la base para el desarrollo de proyectos con la industria para mejorar los protocolos e innovar los procesos de cultivo con la visión de disminuir los riesgos sanitarios de confluencia de patógenos virales y bacterianos, proyectos que se enlistan en este documento de logros.

En el tema de la ecoeficiencia como estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura, se han realizado los siguientes logros;

Desarrollo tecnológico para el cultivo hiperintensivo microbiótico de camarón en invernaderos en Baja California Sur (PROINNOVA). En 2012-2013 se logró la producción de 40 ton/ha por ciclo de producción de 70 días cada uno, con una ecoeficiencia del 49%, utilizando alimentos de 25% de proteína con menor riesgo sanitario, utilizando una mezcla de microorganismos nativos benéficos, aislados, purificados e identificados por técnicas moleculares que permitieron integrar una colección de microorganismos benéficos que incluye levaduras marinas, bacilos, lactobacilos y cocos. Algunas de ellas con propiedades



antivibrio por antagonismo y otras por exclusión competitiva. El proyecto fue reconocido como un desarrollo tecnológico y está en proceso un proyecto de licenciamiento para promover microempresas acuícolas de alta tecnología del cual CIBNOR recibirá regalías. El logro es producto de un equipo multidisciplinario del CIBNOR y las empresas Acuicultura Mahr y Shrimp del Cortés. La producción científica de estos logros está reservada, sin embargo, parte de ella se dará a conocer, particularmente sobre las propiedades de los microorganismos benéficos, los probióticos y las asociaciones microalga-bacteria. Esta tecnología mostró ser de menor riesgo sanitario durante los eventos de co-infecciones de virus + vibrios de la primavera del 2013 y el verano del 2015, ya que aunque la producción de la granja adyacente se colapsó, la planta piloto logró cultivar con éxito, lo que la proyecta como una alternativa para la reconversión de la industria acuícola del Noroeste, ya que puede producir 120 ton/ha por año en tres ciclos de producción, con menor riesgo sanitario, menor uso de harina de pescado, menor presión de eutrofización, menor presión sobre la frontera acuícola con la agricultura y los ecosistemas costeros, y mayor oportunidad de desarrollo de microempresas acuícolas que promuevan el empleo.

Desarrollo tecnológico de co-cultivo de camarón café con macroalga Ulva en zonas desérticas de Baja California (CONCYT – Secretaría de Economía). En 2012-13 se logró acoplar el co-cultivo de ambas especies a partir de investigaciones previas sobre la interacción entre el camarón café con las macroalgas (Portillo et al 2013), la ecoeficiencia en el uso del nitrógeno es cercana al 50% (Presentación en el congreso de la WAS 2014). La tecnología ha sido precalificada con etiqueta verde. Gracias a la primera generación de domesticación, se encuentra en proceso de reconocimiento formal como desarrollo tecnológico y un acuerdo de licenciamiento del cual CIBNOR recibirá regalías. Dado que este proyecto se ubica en San Quintín, se prevé que esta tecnología tendrá impacto en una parte importante de la Península en su costa del pacífico (>1000 kms), considerada muy fría para el cultivo del camarón blanco. Actualmente se colabora con la empresa Algal Tech en el desarrollo de un sistema de producción aeropónico operado con energía solar para la producción de microalgas y macroalgas orientadas al mercado de nutraceuticos y a mejorar la calidad nutricional de alimentos para consumo humano. Como parte del convenio con esta empresa y la empresa Biodiversidad Acuícola, esta tecnología se evaluará como componente de un sistema de integración multitrofica con cultivos hiperintensivos de camarón.

Programa de ecoeficiencia para la industria acuícola para el periodo 2013-2023 (FORDECYT). En el periodo 2010-2013, se identificaron 11 estrategias para elevar la ecoeficiencia de uso del nitrógeno de la industria acuícola del camarón de sus niveles actuales (20-27%), en niveles comparables con la industria avícola (>50%). Se detectó que los niveles de ecoeficiencia del fósforo son más bajos, aunque en los alimentos se encuentra en proporción 16N:1P, el fósforo se libera en proporciones mayores debido a



que la mayor parte del nitrógeno es liberado por los camarones al agua, mientras que la mayor parte del fósforo es liberado a los sedimentos, debido a que se encuentra en formas no solubles (López Vela et al 2013), desproporción que se agrava en los alimentos que utilizan la harina de pescado. Entre los resultados del proyecto se identificaron las estrategias para mejorar la ecoeficiencia de fósforo que incluyen la disminución de la harina de pescado, la solubilización de las formas orgánicas del fósforo y un mejor reciclamiento por su disponibilidad en la columna de agua, donde se encuentra la mayor parte del nitrógeno. El programa fue presentado a los Comités de Sanidad Acuícola y representantes de las plantas de alimentos balanceados. Estos resultados fueron parte de un proyecto de Bioseguridad y Ecoeficiencia (FORDECYT) abordado de manera multidisciplinaria por un grupo de investigadores de ITSON, CIAD, IPN-CIIDIR y CIBNOR. Gracias a un estudio integral de los alimentos balanceados de la industria y sus niveles de ecoeficiencia a nivel experimental y de granja, así como un primer estudio integral de ecoeficiencia de las granjas de cultivo de camarón del Noroeste. Como parte de los resultados, se desarrolló en 2014 y 2015 proyecto de transferencia del conocimiento con un trabajo conjunto de CIBNOR, CIAD y un grupo de empresas para desarrollar una nueva generación de alimentos balanceados, que incluya además de los criterios nutricionales que hoy se utilizan, nuevos criterios de desempeño, ecoeficiencia y bioseguridad. Como parte de estos esfuerzos se aprobó un nuevo proyecto PROINNOVA para transferir los conceptos de nueva generación a la producción de alimentos para peces marinos que se desarrollará en conjunto con el Grupo PIASA y la Universidad Autónoma de Baja California.

Prototipo de integración agroacuícola para micropropietarios rurales (BIORED- Redes Temáticas-CONACYT). Se logró la aprobación de un proyecto en Red gracias a las gestiones de la BIORED en Alimentos, agricultura y biotecnología, que permitió formar un grupo multidisciplinario, multiinstitucional y regional que incluye a investigadores de especialidades agronómicas con investigadores del área acuícola que pertenecen a CINVESTAV, COLPOS, UMSNH, UAN, CIAD, IPN-CIIDIR, ITSON, UES y CIBNOR para abordar la integración de la acuicultura de peces de agua dulce y crustáceos con la horticultura hidropónica en sus diferentes opciones de hidroponía de cama flotante, TFN, Hidroponía con sustrato y ferti-irrigación que pueda ser una opción de desarrollo para la producción hiperintensiva de peces y hortalizas, que le de viabilidad económica a las pequeñas propiedades, para atender problemas de salud en las zonas urbanas. Aunque no hay aún un producto totalmente terminado lo expongo como un logro, porque la integración entre las actividades acuícolas y agrícolas no había sido abordado de manera conjunta por investigadores de las dos actividades. En el Encuentro Multidisciplinario de La Paz, en Enero del 2014 se logró trascender la integración del marco Aquapónico a un marco más amplio que incluye no únicamente la horticultura de vegetales de hoja en cama flotante, sino también de raíces, flores y frutos en otras modalidades, lo cual es un logro multidisciplinario con importantes consecuencias para el desarrollo de las



micropropiedades del ámbito rural. Como consecuencia se gestionó un proyecto de cooperación internacional JICA-SATREPS para el aprovechamiento de aguas de pozos salinizados mediante acuicultura de especies de peces y camarones, hidroponía y cultivos a cielo abierto con la Universidad de Tottori y la Universidad de Tokio, con responsabilidad en el componente de acuicultura.

Proyectos de Investigación, Innovación y Vinculación 2006-2016

Proyecto "**Diseño de un sistema de exclusión de patógenos**", en el marco del Proyecto "Programa integral de Sanidad Acuícola en Camarón Fase I". Responsable Técnico. Fondo SAGARPA-Gobierno del Estado de Sonora. Financiamiento \$1, 030, 000. En el marco del Proyecto "Programa integral de Sanidad Acuícola en Camarón Fase I". Fondos CONACYT-Consorcios de Innovación para la Competitividad (Clave: Consorcio-2006-02-60030). Vigencia: Ene/2007 - Jun/2008. Responsable Técnico Dr. Ricardo Pérez Enríquez. Con la colaboración de investigadores del CIAD, ITSON, CIIDIR-IPN y UAN en apoyo a los comités de sanidad acuícola de los Estados del Noroeste (COAES, CESASIN, CESANAY, CSABCS), 2006-2008.

Subproyecto "**Estudio de los factores ambientales asociados a la enfermedad de las manchas blancas**", Responsable Técnico del subproyecto, en el marco del Proyecto "Programa integral de Sanidad Acuícola en Camarón Fase I". Fondos CONACYT-Consorcios de Innovación para la Competitividad (Clave: Consorcio-2006-02-60030). Vigencia: Ene/2007 - Jun/2008. Responsable Técnico Dr. Ricardo Pérez Enríquez. Con la colaboración de investigadores del CIAD, ITSON, CIIDIR-IPN y UAN en apoyo a los comités de sanidad acuícola de los Estados del Noroeste (COAES, CESASIN, CESANAY, CSABCS), 2006-2008.

Proyecto "**Alianza Estratégica y Red de Innovación de la Industria Acuícola: Programa Integral de Sanidad Acuícola en Camarón, Fase II**". Fondos CONACYT-Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación. (Clave: AERIS-2007-01-87684). Vigencia: Jun/2008 - Oct/2010. Responsable Técnico del Proyecto Dr. Ricardo Pérez Enríquez. Colaborador del proyecto. Con la colaboración de investigadores del CIAD, ITSON, CIIDIR-IPN y UAN en apoyo a los comités de sanidad acuícola de los Estados del Noroeste (COAES, CESASIN, CESANAY, CSABCS), 2006-2008.

Sub-Proyecto "**Ecoeficiencia en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en el Noroeste de México**", en el marco del Proyecto "Bioseguridad y ecoeficiencia en el cultivo de camarón en el Noroeste de México". Fondo de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación del CONACYT (FORDECYT). (Clave: I0014-2010-01-



143117). Vigencia: 2010 – 2013. Responsable Técnico del proyecto Dr. Ricardo Pérez Enríquez. Alianza Estratégica y Red de Innovación, con la colaboración de investigadores del ITSON, CIAD, UAN y CIIDIR-IPN en apoyo a los comités de sanidad acuícola de los Estados del Noroeste (COAES, CESASIN, CESANAY, CSABCS), Responsable Técnico del sub-proyecto ecoeficiencia.

Proyecto **“Desarrollo piloto del co-cultivo sustentable de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) con alga *Ulva Clathrata* en estanques en tierras costeras”**, colaboración con la Empresa “ALGALIMENTOS”, S.A., Aonori Aquafarms y la Universidad Autónoma de Nuevo León. Periodo de ejecución 2011-2013. Responsable Técnico de la implantación del cultivo de camarón café nativo de San Quintín.

Proyecto PROINNOVA **“Sistema innovador biotecnológico sustentable de cultivo hiper-intensivo de camarón *Litopenaeus vannamei* en Baja California Sur”** con la Empresa Acuicultura Mahr (2011-2013). Monto aprobado para CIBNOR \$3, 600, 000. Responsable Técnico.

Proyecto **“Prototipo de integración agroacuícola para micropropietarios rurales”** en el marco de la BIODRED en Biotecnología, Alimentos y Agricultura. Redes Temáticas del CONACYT. Monto aprobado \$1, 600, 000 para el periodo 2013-2014. Colaboran CINVESTAV Unidad Mérida, COLPOS, UMSNH, UAN, CIIDIR-IPN Unidad Guasave, SINALOA, UES, ITSON UABCS, INAPESCA. Responsable Técnico.

Proyecto **“Caracterización del agente causal y sus factores asociados a las mortalidades atípicas en camarones cultivados en el noroeste de México”**. Proyecto de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura (RNIIPA). Aprobado por COFUPRO-INAPESCA-SAGARPA para su ejecución en el periodo 2013-2014. Responsable Técnica. Dra. Sonia Soto de CIAD, en colaboración con ITSON, UNAM, UAN, CIBNOR, INAPESCA, COAES, CESASIN, CESANAY, CSABCS. Monto aprobado para el sub-proyecto en la región de la Península de Baja California Sur \$1, 000, 000. Colaborador del proyecto

Proyecto **“Planta piloto de bio-recirculación micro-biótica marina para la prevención de patógenos propios del cultivo de camarón”**. Aprobación 214899 9 Enero 2014. Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-CONACYT (FINNOVA). Modalidad B. Convocatoria Bonos para la Innovación a través de las oficinas de transferencia del conocimiento. Monto del Fondo \$2, 993, 394.00. Monto de concurrentes \$ 2,633,345.00. Responsable Técnico en convenio con la empresa Acuicultura Mahr S.A. de C.V.



Proyecto **“Productos microbiológicos marinos innovadores que mejoran la productividad y previenen enfermedades de coinfecciones propias del camarón en sistemas de cultivo hiperintensivos y semi intensivos”**. Aprobación **212797**, Mayo 2014. Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-CONACYT (PROINNOVA). Convocatoria 2014 del Programa de Estímulos a la Innovación. Monto CIBNOR \$ 3’815,179.00. Periodo 2014-2015. Responsable Técnico en convenio con la Empresa Shrimp de Cortes SA de CV.

Proyecto **“Desarrollo y validación de alimentos balanceados para camarón de nueva generación formulados con criterios de desempeño, ecoeficiencia y bioseguridad”**. Aprobación **222697**, Octubre 2014. Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-CONACYT (FINNOVA). Modalidad B4. Convocatoria Bonos para la Innovación a través de las oficinas de transferencia del conocimiento. Monto Fondo \$ \$ 2, 985, 057.00. Monto de recursos concurrentes \$ 1, 195, 858.00. Periodo 2014-2015. Colaborador con el Dr. Humberto Mejía Ruíz. Responsable Técnico en convenio con la Empresa Acualarvas SA de CV.

Proyecto **“Escalamiento Industrial de un Modelo Bioseguro, Ecoeficiente e Hiperintensivo de Cultivo de Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*)”**. Aprobación **241510** Noviembre 2014. Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-CONACYT (FINNOVA). Modalidad B. Convocatoria Bonos para la Innovación a través de las oficinas de transferencia del conocimiento. Monto Fondo \$ 2, 937, 807.00. Monto de recursos concurrentes \$ 1, 784, 656.00. Periodo 2014-2015. Responsable Técnico en convenio con la Empresa Shrimp de Cortes SA de CV.

Proyecto **“Development of Aquaponics Combined with Open Culture Adapting to Arid Regions for Sustainable Food Production”**. Periodo 2015-2020. JICA-SATREPS Project Japan-México. Tottori University, Tokyo University of Marine Science and Technology, North West Biological Research Center. Responsable del componente de acuicultura.

Proyecto **“Desarrollo tecnológico y validación de alimentos funcionales innovadores para el cultivo de peces marinos y camarón.etapa II”**, Aprobación **230932**, Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-CONACYT (PROINNOVA). Convocatoria 2015 del Programa de Estímulos a la Innovación. Monto CIBNOR \$ 3’000,000.00. Periodo 2016-2017. Responsable Técnico en convenio con la Empresa PIASA SA de CV.



Artículos publicados

1. Lluch B. D., F. J. Magallón and R. Shwartlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California, possible causes. *CALCOFI Reports* 26:136-140.
2. Magallón B. F. J. 1987. The pacific shrimp fishery of Mexico. *CALCOFI Reports* 28: 43-52.
3. Casillas, R., R. Ruiz, F. J. Magallón, J. Arvizu Y G. Portillo. 1988. Crecimiento invernal de camarón azul *Penaeus stylirostris* sometido a condiciones de cultivo rustico en Puerto Chale, B.C.S. México. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* 36: 62-70, Perú.
4. Sáenz, M.P. Y F. J. Magallón. 1989. Análisis de las posibilidades del cultivo del camarón en el Pacífico Mexicano. *Documentos de Trabajo del Instituto Nacional de la Pesca* 7:1-29, México.
5. Lluch D., S. Hernández, D. Lluch C., C. Salinas, F. J. Magallón, F De La Chica Y G. Portillo. 1991. Variación climática y oceanográfica global: sus efectos en el Noroeste Mexicano. *Ciencia y Desarrollo* 17: 79-98, México.
6. R. Casillas, F.J. Magallón Y G. Portillo. 1991. Crecimiento de camarón café *Penaeus californiensis* y camarón blanco *Penaeus vannamei* en jaulas flotantes. *Revista del Instituto Tecnológico de Sonora* 1:55-62, México
7. Hernández Llamas A. Y F. J. Magallón. 1991. Análisis bioeconómico del cultivo de camarón azul (*Penaeus stylirostris*) con fertilizantes orgánicos e inorgánicos y alimentación balanceada. *Investigaciones Marinas* 6: 267- 281, México.
8. Hernández Llamas, A., G. Padilla Y F. J. Magallón. 1992. Elementos para el diseño de un estanque de maricultivo con recambio por marea libre: Efecto de las dimensiones de la compuerta vertedero. *Investigaciones Marinas* 7 (1): 35-45, México.
9. Casillas, R., F. J. Magallón Y G. Portillo. 1992. Efecto de la temperatura en la incubación de huevos del camarón café *Penaeus californiensis* (Holmes). *Revista del Instituto Tecnológico de Sonora*, 1: 43-48, México.
10. Hernández-Llamas, A., J.L. Hernández-Lizardi, M. González-Garibai Y F. J. Magallón-Barajas. 1993. Growth and survival response of *Penaeus stylirostris* (Stimpson) to fertilization, pelleted feed and stocking density in earthen ponds. *Aquaculture Research* 24 (1):57-69.



11. Hernández Llamas, A., F. J. Magallón, C.H. Lechuga, J.J. Bustillos D. López Cortés. 1995. Growth potential of wild juvenile *Penaeus stylirostris* in earthen ponds receiving chemical and organic fertilizers and pelleted feed. *Aquacultural Engineering* 14(4): 317-330, Inglaterra.
12. Naranjo, J., E.A. Aragón, F. J. Magallón Y G. Portillo. 1996. Producción de postlarvas de camarón café *Penaeus californiensis* en tanques semicomerciales. *Oceanología* 2 (10): 73-81, México.
13. Martínez, L., M.A. Porchas, G. Portillo AND F. J. Magallón. 1996. Effect of increased salinity for nursery of yellowleg shrimp *Penaeus californiensis* postlarvae hatched at different salinities. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 11: 175-178
14. Hernández López, J., T. Gollas Galvan, F. J. Magallón Y F. Vargas Albores. 1997. Isolation of *Vibrio* and *Pseudomonas* from yellowlegs shrimp (*Penaeus californiensis* HOLMES) intestine. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 39: 109-116.
15. Méndez, L., B. Acosta, E. Palacios Y F. Magallón. 1997. Effect of stocking densities on trace metal concentration in three tissues of the brown shrimp *Penaeus californiensis*. *Aquaculture*, 156: 21-34.
16. Vargas Albores, F., P. Hernández Baltazar, G. Portillo Clark F. Magallón. 1998. Influence of temperature and salinity on the yellowlegs shrimp, *Penaeus californiensis* Holmes, prophenoloxidase system. *Aquaculture Research* 29: 549-553.
17. Porchas, M.A., L. Martínez, F. Magallón, J. Naranjo Y G. Portillo. 1999. Efecto de la macroalga *Caulerpa certularioides* en el desarrollo del camarón *Penaeus californiensis* (Decapoda: Peneidae) *Revista de Biología Tropical* 47(3): 437-442.
18. Naranjo, J., M.A. Porchas, M. Robles, F. J. Magallón, J. Valdez Y H. Villarreal. 1999. Sobrevivencia, metamorfosis y crecimiento de larvas de camarón café *Penaeus californiensis* (Decapoda: Peneidae) alimentadas con diferentes microalgas, *Revista de Biología Tropical* 47(4):917-922, Costa Rica.
19. Ocampo, L., H. Villarreal, M. Vargas, G. Portillo Y F. J. Magallón. 2000. Effect of dissolved oxygen and temperature on growth, survival and body composition of juvenile *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes) *Aquaculture Research* 31: 167-171.
20. Porchas-Cornejo, M.A., L. Martínez-Cordova, J. Naranjo-Paramo, F. Magallón-Barajas and G. Portillo-Clark. 2000. Efecto de la salinidad en la larvicultura de camarón café



Farfantepenaeus californiensis (Holmes, 1900) a bajas temperaturas *Ciencias Marinas* 26(3): 503-510.

21. R. Casillas H., F. Magallón, G. Portillo., O. Carrillo., H. Nolasco y F. Vega-Villasante. 2002. La actividad proteasa, amilasa y lipasa durante los estadios de muda del camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. *Rev. Invest. Mar.* 23(1): 35-40.

22. Magallón-Barajas F., R. Servín-Villegas, G. Portillo-Clark, and B. López-Moreno. 2006. *Litopenaeus vannamei* (Boone) postlarval survival related to age, temperature, pH, and ammonium concentration. *Aquaculture Research* 37, 492-499.

23. R. Casillas-Hernández A, F. Magallón-Barajas C, G. Portillo-Clark C, F. Páez-Osuna B. 2006. Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, México using two feeding strategies: trays and mechanical dispersal. *Aquaculture* 258, 289–298.

24. Magallón-Barajas, F., R. Servín-Villegas, G. Portillo-Clark, J. García-Mosqueda, and B. López-Moreno. 2006. Daily variation in short-term static toxicity of un-ionized ammonia in *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larvae. *Aquaculture Research* 37, 1406-1412.

25. Esparza-Leal H. M., C. M. Escobedo-Bonilla, R. Casillas-Hernández, P. Álvarez-Ruíz, G. Portillo-Clark, R. C. Valerio-García, J. Hernández-López, J. Méndez-Lozano, N. Vibanco-Pérez, F. J. Magallón-Barajas. 2009. Detection of white spot syndrome virus in filtered shrimp-farm water fractions and experimental evaluation of its infectivity in *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. *Aquaculture* 292:16–22.

26. Ruiz-Velazco J. M. J., A. Hernández-Llamas, V. M. Gómez-Muñoz, F. J. Magallón F.J. 2010. Dynamics of intensive production of shrimp *Litopenaeus vannamei* affected by white spot disease. *Aquaculture* 300 (1-4):113-119.

27. Esparza-Leal H., F. J. Magallón-Barajas, G. Portillo-Clark, R. Pérez-Enríquez, P. Alvarez-Ruíz, C. M. Escobedo-Bonilla, J. Méndez-Lozano, N. Mañón-Ríos, R. C. Valerio-García, J. Hernández-López, N. Vibanco-Pérez, R. Casillas-Hernández. 2010. Infection of WSSV-negative Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Cultivated under Fluctuating Temperature Conditions. *Journal of the World Aquaculture Society* 41(6): 912-922.

28. Esparza-Leal, H. M., F. J. Magallón-Barajas, R. Pérez-Enríquez, R. Casillas-Hernández, J. Cabanillas-Ramos y W. Valenzuela-Quiñones. 2012. Región endémica y regímenes de infección con el virus del síndrome de las manchas blancas (WSSV) en las granjas camaronícolas del Noroeste de México. *Ra Ximhai* 8 (3):117-119.



29. Moser J. R.; D. A. Galván Álvarez; F. Mendoza Cano; T. Encinas García; D. E. Coronado Molina; G. Portillo Clark; M. Risoleta, F. Marques; F. J. Magallón Barajas; J. Hernández López. 2012. Water temperature influences viral load and detection of White Spot Syndrome Virus (WSSV) in *Litopenaeus vannamei* and wild crustaceans. *Aquaculture* 326-329:9–14.
30. Álvarez-Ruiz P., C. H. Mejía-Ruiz, F. J. Magallón-Barajas, C. Escobedo-Bonilla. 2013. Silencing Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* LvRab7 reduces mortality in brooders challenged with white spot syndrome virus. *Aquaculture Research* 44(5):772–782.
31. López-Vela M., M. E. Puente, R. Civera-Cerecedo, B. O. Arredondo-Vega, E. R. Andreatta, F. J. Magallón-Barajas. 2013. Characterization of wastewater generated by *Litopenaeus vannamei* after being fed experimental diets based on animal protein, vegetable protein and a commercial diet. *Aquaculture Research*, 1-11. DOI: 10.1111/are.1214.
32. Parrilla-Taylor, D.P., T. Zenteno-Savin, F. J. Magallon-Barajas. 2013. Antioxidant enzyme activity in pacific whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in response to infection with white spot syndrome virus. *Aquaculture* 380-383:41-46.
33. Hernández-Llamas A., F. J. Magallón-Barajas, R. Pérez-Enríquez, J. Cabanillas-Ramos, H. M. Esparza-Leal and G. Portillo-Clark. 2013. Pond shutdown as a strategy for preventing outbreaks of white spot disease in shrimp farms in Mexico. *Reviews in Aquaculture* 5:1–8.
34. Barraza-Guardado R. H., J. A. Arreola-Lizárraga, M. A. López-Torres, R. Casillas-Hernández, A. Miranda-Baeza, F. J. Magallón-Barrajas, and C. Ibarra-Gámez. 2013. Research Article. Effluents of Shrimp Farms and Its Influence on the Coastal Ecosystems of Bahía de Kino, México. *The Scientific World Journal* 2013: 1-11.
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/306370>
35. Portillo-Clark, G., R. Casillas-Hernández, R. Servín-Villegas, and F. J. Magallón-Barajas. 2013. Growth and survival of the juvenile yellowleg shrimp *Farfantepenaeus californiensis* cohabiting with the green feather alga *Caulerpa sertularioides* at different temperatures. *Aquaculture Research* 44: 22-30.
36. Macías-Rodríguez N. A., N. Mañón-Ríos, J. L. Romero-Romero, E. Camacho-Beltrán, M. A. Magallanes-Tapia, N. E. Leyva-López, J. Hernández-López, F. J. Magallón-Barajas, R. Pérez-Enríquez, S. Sánchez-González, J. Méndez-Lozano. 2014. Prevalence of viral pathogens WSSV and IHNV in wild organisms at the Pacific Coast of Mexico. *Journal of Invertebrate Pathology* 116:8-12.



37. Hernandez-Llamas A., J. Cabanillas-Ramos, F. J. Magallon-Barajas. 2014. Estimating impact of white spot disease on economic risk in semi-intensive shrimp farms in Mexico: the case of the State of Sinaloa. *Reviews in Aquaculture* 6:1–10.
38. Silva, B.C., H. Nolasco-Soria, F. Magallón-Barajas, R. Civera-Cerecedo, R. Casillas-Hernández, W. Seiffert. 2015. Improved digestion and initial performance of whiteleg shrimp using organic salt supplements. *Aquaculture Nutrition*.
39. Pindaro Alvarez-Ruiz, Claudio H. Mejia-Ruiz, Francisco J. Magallon-Barajas, Raul Llera-Herrera, Ruth Escamilla-Montes, Diego A. Galvan-Alvarez. 2015. Long-lasting Effect Against White Spot Syndrome Virus (WSSV) in Shrimp Broodstock (*Litopenaeus vannamei*) by LvRab7 Silencing. *Journal of the World Aquaculture Society*. (Aceptado).
40. Rodríguez-González, H.; Rubio-Cabrera, S.G.; García-Ulloa, M.; Montoya-Mejía, M.; Magallón-Barajas, F.J. 2015. Análisis Técnico de la producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y Lechuga (*Lactuca sativa*) en dos sistemas de acuaponía. *Agroproductividad* 8-8(3): 15-19.
41. Muniesa, Ana, Ricardo Perez-Enriquez, Julio Cabanillas-Ramos, Francisco J. Magallón-Barajas, Cristina Chávez-Sánchez, Héctor Esparza-Leal, Ignacio de Blas. 2015. Proposal of a semiquantitative risk analysis to White Spot Disease outbreak in Pacific Coast of Mexico.
42. Peña-Rodríguez, Alberto, Francisco Javier Magallón-Barajas, Lucía Elizabeth Cruz-Suárez, Regina Elizondo-González and Benjamin Moll. (en revisión). Effects of stocking density on the performance of Brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* co-cultured with the green macroalga *Ulva clathrata*. *Journal of Aquaculture Research*.

Libros editados

1. Calderón, J., F.J. Magallón, E. Andreatta Y R. Sánchez. 1997. La investigación científica en camarones peneidos de Iberoamérica", editorial: CYTED, Vol., Edición: 1997, pp. 99, tiraje: 1000, ISBN: México, 1988.
2. Anónimo. 1999 a. Camarón mexicano. Cultivo en granjas. Banco Nacional de Comercio Exterior, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y la Federación de Acuicultores de México. 224 P.



3. Anónimo. 1999 b. Camarón mexicano. Resuelva problemas en el cultivo. Banco Nacional de Comercio Exterior, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y la Federación de Acuicultores de México. 104 P.

4. Magallón-Barajas, F. J., Villarreal-Colmenares, H., Arcos-Ortega, F., Avilés-Quevedo, S., Civera-Cerecedo, R., Cruz-Hernández, P., González-Becerril, A., Gracia-López, V., Hernández-Llamas, A., Hernández-López, J., Ibarra-Humphries, A. M., Lechuga-Deveze, C., Mazón-Suáztegui, J. M., Muhlia-Melo, A. F., Naranjo-Páramo, J., Pérez-Enríquez, R., Porchas-Cornejo, Portillo-Clark, G. y Pérez-Urbiola, J. C. 2007. Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura.

Capítulos de libros

1. Mazón, S., F. J. Magallón, G. Portillo Y A. Hernández. 1997. Cultivo de camarón *Penaeus* spp., en Estudio del potencial pesquero y acuícola del Estado de Baja California Sur, México. Publicado por CIBNOR, edición: 1996, tiraje: 1000 ejemplares, pág. 551 a 559, México, 1997.

2. Magallón Barajas, Francisco Javier, Alfredo Arreola, Guillermo Portillo Clark, Ramón Casillas Hernández, Carlos Lechuga Deveze, Mario Oliva Suárez y Marco Antonio Porchas Cornejo. 2009. Capacidad de carga y capacidad ambiental en camaronicultura. En. Camaronicultura sustentable: Manejo y evaluación. Rafael Martínez Cordova, Editor. México: Trillas, 2009. ISBN 978-607-17-0036-0. Cap. 2. p 37-80. 176 p.

3. Casillas Hernández, R., Magallón-Barajas, F. 2009. El desarrollo sustentable de la acuicultura. En Desarrollo sustentable: Fundamentos y Perspectivas. Martín Villa Ibarra, Ramón Casillas Hernández, José Alfredo Arreola Lizarraga Editores. México, ITESCA. ISBN:978-970-9895-38-4. Cap. V. P 82-99.

4. Magallón Barajas, Francisco Javier. 2009. Capacidad Ambiental de los ecosistemas, eco-eficiencia y capacidad de carga de la actividad acuícola de camarones. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acuí. II (2009): 171-191.

5. Magallón-Barajas F., Pérez-Enríquez R., Aguiar L., Álvarez-Ruiz P., Benítez-García J., Cabanillas-Ramos J., Calvario-Martínez O., Casillas-Hernández R., Chávez-Sánchez C., Durán-Avelar M.J., Escobedo-Bonilla C., Escobedo-Urias D., Esparza-Leal H., Hernández-Llamas A., Hernández-López J., Ibarra C., Mejía-Ruiz H., Méndez-Lozano J., Montoya-



Rodríguez L., Porchas-Cornejo M.A., Portillo-Clark G., Quintero N., Vázquez-Boucard C., Vibanco-Pérez N. 2011. Plan de manejo de los factores de riesgo sanitario de la enfermedad de la mancha blanca. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acuí. III (2011): 243-265.

6. Pérez-Enríquez R., Magallón Barajas F., Hernández López J. 2011. Alianza estratégica y red de innovación de la industria acuícola: caso de éxito de una estrategia de vinculación entre la investigación y la industria. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acuí. III (2011): 277-293.

Tesis de doctorado co-dirigidas y en proceso:

Esparza Leal H. M. 2010. Región epidémica, régimen de infección y evaluación de la vía acuática como mecanismo de dispersión del virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) en Granjas Camaronícolas del Noroeste de México.

Director: Dr. Ramón Casillas Hernández; Co-director: Dr. Francisco Javier Magallón Barajas. Grado obtenido. Julio 2010.

Álvarez Ruiz, Píndaro 2012. Inducción de actividad antiviral por silenciamiento de genes endógenos en *Litopenaeus vannamei* mediante RNA de interferencia. Co-director: Dr. Francisco Javier Magallón Barajas. Grado obtenido. Noviembre 2012.

Melissa López Vela 2014. Recuperación de Residuales de Nitrógeno y Fósforo del Cultivo de *Litopenaeus vannamei* mediante sistemas externos de ficoremediación. Dirección de Tesis de Doctorado en el Programa de Posgrado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. CIBNOR. Co-dirección con la Dra. María Esther Puente. Grado Obtenido Marzo de 2014.

Saul Zamora Méndez (2014-2017). "Efecto del método de cosecha en interacción con el ciclo de muda sobre la respuesta metabólica del camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* en distintos modelos de cultivo y su repercusión sobre la calidad poscosecha". Co-Dirección de Tesis de Doctorado en el Programa de Posgrado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. CIBNOR.

Yenitze Elizabeth Fimbres Acedo. (2015-2019). Caracterización del flujo de macro y micro nutrientes en un sistema integrado de acuicultura y horticultura hidropónica. Co-Dirección de Tesis de Doctorado en el Programa de Posgrado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. CIBNOR.

Eliza Martínez Antonio (2016-2019). Modulación de la respuesta al estrés por hipoxia, baja salinidad y manejo, por medio de las fuentes de energía en el alimento en un sistema RAS



y BFT. Co.Dirección de Tesis de Doctorado en el Programa de Posgrado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. CIBNOR.

Juan Carlos Rubalcava (2016-2019). Sustratos energéticos en la dieta de *L. vannamei* en sistemas de cultivo RAS y BFT en relación con su capacidad de respuesta inmune ante un agente patógeno. Co-Dirección de Tesis de Doctorado en el Programa de Posgrado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. CIBNOR.

Norma Yolanda Ochoa (2015-2018). Nivel de protección que confieren beta glucanos de cuatro géneros de levaduras de origen marino al camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en presencia del virus de la mancha blanca (WSSV). Programa de Doctorado en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Sonora. Codirección con el Dr. Ramón Casillas Hernández.

Tesis de Maestría dirigidas

Calderón Flores, Ciro. 2007. metodología para determinar la variación de los componentes de nitrógeno y fósforo residual en relación con el nivel de proteína en alimentos suministrados a diferentes tallas de juveniles de *Litopenaeus vannamei* (Boone). Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Nogales Acuña R. L. 2010. Evaluación de la liberación y retención de los componentes de nitrógeno y fósforo de dietas comerciales suministradas al camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone). Tesis de Maestría ITSON. Grado Obtenido 26 Noviembre 2010.
Director: Dr. Ramón Casillas Hernández; Co-director: Dr. Francisco Javier Magallón Barajas

Fimbres Acedo Y. E. Caracterización de los nutrientes de interés hidropónico contenidos en la fracción particulada residual de cultivo de tilapia (*Oreochromis spp*). Grado Obtenido Febrero 2015.

