



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

## Propuestas de temas de doctorado

Enviar copia al Dr. Héctor Guerra Crespo, para que tome nota en las reuniones: [hgcespo@hotmail.com](mailto:hgcespo@hotmail.com)  
No exceder de 3 páginas:

**Título:** (max 120caracteres): Alimentadores autorregulables con el uso de herramientas de visión y redes neuronales en estanques acuícolas de camarón.

**Descripción:** (estado del arte, incluir al menos 2 referencias del proponente):

La acuicultura como método de producción ha crecido rápidamente alrededor del mundo [1] y ante el decremento de la producción de especies marítimas en vida salvaje la acuicultura se posiciona como una opción de gran relevancia para el suministro de especies acuáticas para consumo humano [2]. El porcentaje de crecimiento de la industria acuícola mundial es uno de los más estables en los últimos años [3], llegando incluso a sobrepasar la producción en comparación a métodos de captura tradicionales [4], [5]. La realidad en México no es tan distante al panorama internacional. No obstante el papel que juega la acuicultura en México, su aprovechamiento sigue siendo bajo con respecto a la captura, situación que ha llevado a la sobreexplotación de ciertas especies, y tener al límite de la sustentabilidad a otras, como el camarón [5]. No obstante, se prevé un alto potencial de crecimiento para el país, por ejemplo, de acuerdo a [5] se espera un crecimiento en México de Pesca y acuicultura del 15.1% al 2030, del cual, el crecimiento sólo para la acuicultura se estima que rondará el 42.6%. En la actualidad, del total de la producción pesquera y acuícola en México, la acuícola corresponde al 18% en general, en el pacífico mexicano al 15%, mientras que en el golfo y el caribe mexicano al 23%. Del total de la producción nacional, Sonora es el principal productor con el 33.8 %, seguido de Sinaloa con el 14.3 %; no obstante, en términos de la producción acuícola, si bien se mantienen en los dos primeros lugares, Sonora baja significativamente el porcentaje al 17.8 mientras que Sinaloa logra el 17.7% [6]. En general, la región del golfo de california representa casi el 50% de la producción nacional. Es decir, que el pacífico mexicano es un importante productor, pero también tiene mucho potencial de crecimiento.

En el entorno nacional el camarón representa el cuarto lugar en producción pesquera, pero el primero en producción acuícola con una producción anual al 2017 de más de 227 mil toneladas en total [6], siendo el golfo de california el principal productor. Entre las áreas de investigación alrededor de la industria camaronícola, la nutrición y desarrollo de una mejor alimentación representa una de las principales [7], una donde la acuicultura de precisión puede tener importantes beneficios.





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

La acuicultura de precisión se define como la aplicación de herramientas de ingeniería cuyo fin es utilizar la menor cantidad de insumos/recursos sin comprometer la calidad y productividad final, es decir la optimización completa del proceso. Entre las áreas de oportunidad en la acuicultura destacan la alimentación, el monitoreo de parámetros y la automatización en los diferentes procesos. La alimentación es uno de los procesos de más impacto ya que tiene gran influencia en las tasas de crecimiento de la especie cultivada y a su vez constituye el gasto principal de una granja acuícola alcanzado incluso el 80 % en algunas especies [8], además el costo del alimento ha ido incrementando en los últimos años lo cual ha motivado a los productores a buscar alternativas para la optimización de este proceso. Varios esfuerzos se han logrado concretar referentes al proceso de alimentación, desde cálculos, análisis y modelos económicos [2], [9], alimentadores automatizados y remotos [10], [11] y hasta el uso de sistemas de visión para el monitoreo de patrones de alimentación [12]–[14], así como para el conteo de crías de camarón [15].

En este proyecto se pretende aprovechar avances en el desarrollo de modelos biológicos y predictivos, mediante el uso de visión artificial y reconocimiento de patrones con inteligencia computacional, para desarrollar un sistema inteligente de dosificación para alimentadores automáticos para estanques de camarón, que pueda tomar decisiones en torno a cantidades y ubicación del suministro de alimento, con el fin de optimizar la cría y engorda de camarón en granjas camaronícolas de la costa de Sonora.

Se buscará aprovechar los conocimientos que hemos adquirido en trabajos relacionados con sistemas de control inteligente y dispositivos del internet de las cosas para captura de datos en procesos [16]–[20]. Así mismo, se pretende que el sistema permita el almacenamiento de datos a largo plazo que puedan ser utilizados para análisis inteligente, por lo que se buscará el aprovechamiento de tecnologías como el internet de las cosas y el cómputo en la nube.

## Objetivo:

### General:

Desarrollar un sistema de dosificación inteligente para alimentadores automáticos capaz de tomar decisiones en torno a cantidades y ubicación del suministro de alimento basados en patrones de alimentación y condición actual (tamaño y tasa de crecimiento) del camarón utilizando modelos biológicos y predictivos, herramientas de visión y procesamiento de imágenes.

### Específicos:

- Análisis del estado actual de tecnología instalada en la región por medio de un censo y la aplicación de una encuesta científica a los productores. La intención de este primer objetivo





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

es formular un marco teórico sólido y fundamentar la necesidad de la intervención de mecanismos automatizados/inteligentes basados en factores productivos y económicos regionales.

- Desarrollo de un sistema de visión estéreo para determinar la densidad poblacional del estanque/tanque, tamaño promedio y tasas de crecimiento del camarón. Se plantea la construcción del sistema capaz de transmitir información de manera inalámbrica y la creación de una base de datos con la información analizada en tiempo real.
- Formulación de los patrones de alimentación basados en modelos biológicos de crecimiento, redes neuronales y la información extraída del sistema de visión.
- Instalación, pruebas y validación del alimentador automático en experimentación contra métodos tradicionales basados en métricos de productividad y ahorro.

**Metas** (número papers, congresos, patentes...):

2 artículos en extenso en memorias de congreso internacional

1 artículo publicado en revista indexada en el Journal Citation Report

1 artículo sometido a revista indexada en el Journal Citation Report en el cuartil 3 o superior.

1 solicitud de patente

1 registro de derechos de autor de software

### Referencias:

- [1] FAO, "The State of World Fisheries and Aquaculture 2018," 2018.
- [2] B. Baki and S. Yucel, "Feed cost/production income analysis of seabass (*Dicentrarchus labrax*) aquaculture," *Int. J. Ecosyst. Ecol. Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 859–864, 2017.
- [3] X. Zhou, "Global Aquaculture Updates," *FAO Aquaculture Newsletter*, pp. 5–6, 2020.
- [4] S. S. De Silva, "A Global Perspective of Aquaculture in the New Millennium," in *Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium*, 2000, pp. 431–459.
- [5] FAO, *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2018.
- [6] CONAPESCA, "Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2017," Ciudad de México, 2017.
- [7] F. Amezcua and M. F. Soto, "Current State of Aquaculture in México," *Fisheries*, vol. 39, no. 11, pp. 481–572, 2014.
- [8] W. . Rola and M. . Hasan, "Economics of aquaculture feeding practices: a synthesis of case studies undertaken in six Asian countries," *FAO*, Rome, 2007.
- [9] R. L. Naylor *et al.*, "Feeding aquaculture in an era of finite resources," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 106, no. 36, pp. 15103–15110, Sep. 2009.





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

- [10] C. Zhou, D. Xu, K. Lin, C. Sun, and X. Yang, "Intelligent feeding control methods in aquaculture with an emphasis on fish: a review," *Rev. Aquac.*, vol. 10, no. 4, pp. 975–993, Dec. 2018.
- [11] F. D. Von Borstel Luna, E. de la Rosa Aguilar, J. Suarez Naranjo, and J. Gutierrez Jaguey, "Robotic System for Automation of Water Quality Monitoring and Feeding in Aquaculture Shadehouse," *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Syst.*, vol. 47, no. 7, pp. 1575–1589, Jul. 2017.
- [12] Z. Liu, X. Li, L. Fan, H. Lu, L. Liu, and Y. Liu, "Measuring feeding activity of fish in RAS using computer vision," *Aquac. Eng.*, vol. 60, pp. 20–27, May 2014.
- [13] C. Zhou *et al.*, "Near infrared computer vision and neuro-fuzzy model-based feeding decision system for fish in aquaculture," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 146, no. February, pp. 114–124, Mar. 2018.
- [14] C. Zhou *et al.*, "Near-infrared imaging to quantify the feeding behavior of fish in aquaculture," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 135, pp. 233–241, Apr. 2017.
- [15] R. Kesvarakul, C. Chianrabutra, and S. Chianrabutra, "Baby Shrimp Counting via Automated Image Processing," in *Proceedings of the 9th International Conference on Machine Learning and Computing - ICMLC 2017*, 2017, vol. Part F1283, pp. 352–356.
- [16] E. A. Hinojosa-Palafox, O. M. Rodríguez-Elías, J. A. Hoyo-Montaño, and J. H. Pacheco-Ramírez, "Towards an Architectural Design Framework for Data Management in Industry 4.0," in *7th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)*, 2019, p. 10.
- [17] E. A. Hinojosa-Palafox, O. M. Rodríguez-Elías, J. A. Hoyo-Montaño, and J. H. Pacheco-Ramírez, "Trends and Challenges of Data Management in Industry 4.0," in *9th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*, 2019, p. 6.
- [18] A. Vázquez Gálvez, O. M. Rodríguez Elias, G. Valencia Palomo, and G. A. Ruiz Domínguez, "Implementation of an Intelligent Algorithm in a PLC: A Practical Approach," *DIFU100 i@. Rev. electrónica Ing. y Tecnol. Univ. Autónoma Zacatecas*, vol. 7, no. 2, pp. 46–53, 2013.
- [19] L. A. Madrid Hurtado, O. M. Rodríguez-Elias, G. Valencia Palomo, and G. A. Ruiz Domínguez, "Monitoreo de variables críticas en procesos industriales mediante una arquitectura multiagente," *Res. Comput. Sci.*, vol. 55, pp. 187–198, 2012.
- [20] R. C. Gutiérrez-Urquidez, G. Valencia-Palomo, O. M. Rodríguez-Elías, F. R. López-Estrada, and J. A. Orrante-Sakanassi, "On the selection of tuning parameters in predictive controllers based on NSGA-II," *Stud. Comput. Intell.*, vol. 785, pp. 138–157, 2019.
- [21] C. K. Gómez Cancino, "Incentivan producción de camarón con modelos matemáticos," *CienciaMX Noticias*, Tepic, Nayarit, 09-Aug-2016.
- [22] O. Valdenebro-Ruíz, "Simulación bio-económica para la competitividad de las granjas







"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

camaroneras de México," *Ciencia, Tecnol. e innovación para el Desarro. México*, vol. 2, no. 31, p. 2009, 2009.

### Vinculación:

Para la realización del proyecto de tesis doctoral, se buscará la vinculación con al menos una de las granjas de camarón que se encuentran operando en la costa del municipio de Hermosillo en el estado de Sonora.

### Financiamiento:

El financiamiento para el desarrollo del proyecto se realizará mediante recursos en especie existentes en los laboratorios de la maestría en Ciencias de la Computación y maestría en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo. Se proveerán recursos también de los proyectos que se logre obtener por parte del cuerpo académico de Tecnologías de Software de la Industria 4.0, y se buscará también obtener recursos de las convocatorias para proyectos de investigación del Tecnológico Nacional de México.

### Línea de Investigación:

Instrumentación y control en energías	
Sistemas mecatrónicos	
<b>Sistemas inteligentes en agroindustrias</b>	<b>X</b>

