



Acta Pesquera

Volumen 12, No 24

ISSN: 2395-8944

Periodo: julio - diciembre de 2026

Universidad Autónoma de Nayarit

Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera

Pp. 1 - 6

Recibido: agosto 11 de 2026

Aceptado: septiembre 04 de 2026

DOI: 10.60113/ap.v14i24.170

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE TILAPIA EN TIEMPO REAL

Una propuesta tecnológica para la acuicultura moderna

INTELLIGENT REAL-TIME MONITORING SYSTEM FOR TILAPIA FARMING

A technological proposal for modern aquaculture

Carlos Humberto Hernández-López. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Pesquerías. Tecnología para la acuicultura y maricultura. carlos.hl@mazatlan.tecnm.mx. <https://orcid.org/0000-0002-6938-0502>.

Gabriela del Carmen Suárez Lizárraga. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Electrónica. gabriela.sl@mazatlan.tecnm.mx. <https://orcid.org/0009-0005-5710-8367>.

David Noriega Urquidez. Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Electrónica. david.nu@mazatlan.tecnm.mx. <https://orcid.org/0009-0003-3184-9138>

Christian Eduardo Guzmán Roman. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Electrónica. christian.gr@mazatlan.tecnm.mx. <https://orcid.org/0009-0002-9285-7329>



La distribución de este artículo es bajo la
Licencia de Reconocimiento- No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).



SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE TILAPIA EN TIEMPO REAL

Una propuesta tecnológica para la acuicultura moderna

INTELLIGENT REAL-TIME MONITORING SYSTEM FOR TILAPIA FARMING

A technological proposal for modern aquaculture

***Carlos Humberto Hernández-López.** Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Pesquerías. Tecnología para la acuicultura y maricultura. carlos.hl@mazatlan.tecnm.mx, . <https://orcid.org/0000-0002-6938-0502>.

Gabriela del Carmen Suárez Lizárraga. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Electrónica. gabriela.sl@mazatlan.tecnm.mx

. <https://orcid.org/0009-0005-5710-8367>. **David Noriega Urquídez.** Tecnológico Nacional de México | Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Electrónica. david.nu@mazatlan.tecnm.mx. <https://orcid.org/0009-0003-3184-9138>.

Christian Eduardo Guzmán Roman. Tecnológico Nacional de México | Instituto Tecnológico de Mazatlán. Ingeniería en Electrónica. christian.gr@mazatlan.tecnm.mx. <https://orcid.org/0009-0002-9285-7329>

*Autor de correspondencia: carlos.hl@mazatlan.tecnm.mx

Resumen

La acuicultura enfrenta el desafío de incrementar la producción responsable de alimentos nutritivos para el consumo humano. En este contexto, la implementación de tecnologías digitales probadas como el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la visión artificial y el análisis automatizado de datos acuícolas, representan una alternativa tecnológica para mejorar el manejo de los sistemas de producción. Este artículo presenta una propuesta conceptual de un sistema inteligente de monitorización para el cultivo de tilapia *Oreochromis* spp., capaz de registrar en tiempo real variables de producción, emitir alertas automatizadas cuando se detecten condiciones atípicas o críticas, además de analizar el comportamiento de nado mediante visión artificial. Se describen los fundamentos tecnológicos del sistema, sus aplicaciones y el impacto esperado sobre los indicadores de producción, el bienestar animal y la sostenibilidad de la acuicultura. Finalmente, se destaca la importancia de la colaboración interdisciplinaria entre las carreras de Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería en Electrónica ambas del Instituto Tecnológico de Mazatlán (ITMaz) para impulsar el desarrollo de este tipo de tecnologías.



La distribución de este artículo es bajo la
Licencia de Reconocimiento- No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).



Palabras clave: acuicultura inteligente, tilapia, visión artificial, monitorización en tiempo real.

Abstract

Aquaculture faces the challenge of increasing responsible production of nutritious food for human consumption. In this context, the implementation of proven digital technologies such as the internet of things (IoT), artificial intelligence (AI), machine vision and automated analysis of aquaculture data, represent a technological alternative to improve the management of production systems. This article presents a conceptual proposal of an intelligent monitoring system for tilapia cultivation *Oreochromis spp.*, capable of recording production variables in real time, issuing automated alerts when abnormal or critical conditions are detected, as well as analyzing swimming behavior through artificial vision. The technological foundations of the system, its applications and expected impact on production indicators, animal welfare and aquaculture sustainability are described. Finally, the importance of interdisciplinary collaboration between the careers of Fisheries Engineering and Electronics Engineering both at the Mazatlán Institute of Technology (ITMaz) to boost the development of this type of technologies is highlighted.

Key words: smart aquaculture, tilapia, machine vision, real-time monitoring.

Introducción

La tilapia constituye una de las especies acuícolas de mayor importancia económica a nivel mundial debido a su rápido crecimiento, alta aceptación comercial y capacidad de adaptación a diferentes sistemas de cultivo (Debnath *et al.*, 2023). En México su producción continúa incrementándose para satisfacer la creciente demanda de proteína de origen acuático (Urías-Sotomayor y Maeda-Martínez, 2023); sin embargo, este crecimiento también exige nuevas estrategias que permitan optimizar el uso de los recursos y reducir las pérdidas ocasionadas por cuestiones de manejo, enfermedades, estrés y el deterioro de la calidad de agua.

Tradicionalmente, la supervisión de los sistemas de cultivo, tanques para este caso, depende de las mediciones manuales tradicionales realizadas durante las horas de trabajo. Esta práctica dificulta detectar cambios repentinos en variables como el oxígeno disuelto o la temperatura, factores que pueden provocar situaciones de estrés, provocando la disminución del crecimiento e incluso mortalidades masivas.

En los últimos años ha surgido el concepto de acuicultura 4.0 basado en la integración de sensores inteligentes, plataformas en la nube y visión artificial para automatizar procesos de producción acuícola (Dena dos Santos, 2025). Bajo este esquema de trabajo, los sistemas dejan de ser únicamente herramientas de registro para convertirse en plataformas y/o herramientas capaces de apoyar la toma de decisiones mediante análisis predictivos.

Dentro de estas nuevas tecnologías, la visión artificial representa una herramienta con potencial para analizar el comportamiento de los organismos en cultivo sin necesidad de manipularlos (Kamalesh *et al.*, 2025), o bien sin necesidad de estar dentro de las zonas de tanques. Algunas consideraciones como cambios en la velocidad de nado, distribuciones y frecuencias de alimentación pueden utilizarse como indicadores tempranos del estado fisiológico de los peces en cultivo.

La necesidad de una monitorización inteligente en la acuicultura

Los peces responden rápidamente a cualquier alteración del ambiente de cultivo. Una disminución del oxígeno, un incremento en las concentraciones de amonio o variaciones de temperatura modifican su comportamiento incluso antes de que aparezcan signos visibles de enfermedad para el acuicultor.

Cuando estos cambios o alteraciones no son detectados oportunamente puede presentarse:

- i. reducción del consumo de alimento
- ii. menor tasa de crecimiento
- iii. incremento del factor de conversión alimenticia aparente
- iv. sensibles a enfermedades
- v. mortalidad
- vi. pérdidas económicas

La monitorización continua permite detectar estas variaciones prácticamente en el momento inmediato en que ocurren, facilitando la implementación inmediata de medidas preventivas y/o correctivas.

Tabla 1. Resumen de la arquitectura conceptual de un sistema inteligente de monitorización para el cultivo de tilapia en tiempo real

Componente del sistema	Descripción	Función principal
Módulo de sensores	Mide temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio	Monitorización continua de la calidad del agua
Adquisición de datos	Micro controlador con Wi-Fi, Red celular	Procesar y enviar la información a plataforma digital o nube
Plataforma digital	Almacena y visualiza datos mediante gráficas, estadísticas y reportes	Facilitar el análisis y la toma de decisiones
Alertas automatizadas	Envía notificaciones y alarmas vía WhatsApp cuando una variable supera los límites establecidos.	Detectar oportunamente condiciones de riesgo y prevenir pérdidas.
Visión artificial	Analiza imágenes para evaluar el comportamiento de las tilapias	Identificar cambios en el estado fisiológico y bienestar de los organismos.
Inteligencia artificial	Reconoce patrones anormales de comportamiento y genera predicciones.	Detectar tempranamente problemas y apoyar el manejo preventivo del cultivo.

Beneficios para los productores

La implementación de este tipo de sistemas ofrece múltiples ventajas, entre las cuales se enlistan:

- i. disminución de mortalidades
- ii. mejor aprovechamiento del alimento
- iii. reducción de costos de operación
- iv. respuesta inmediata a contingencias
- v. mantener el bienestar animal
- vi. optimización del manejo acuícola
- vii. historial del comportamiento de las variables del cultivo
- viii. incremento en la productividad
- ix. validación de nuevas estrategias de producción

Aplicaciones futuras

Aunque esta propuesta se centra en el cultivo de tilapia en tanques de geomembrana, la arquitectura puede adaptarse a otras especies de importancia comercial como el bagre, trucha

para especies de agua dulce y de robalo y pargo para especies de agua salada. Si bien se consideran tanques de geomembrana como etapa inicial, este sistema puede implementarse en el mediano plazo en jaulas flotantes. Entre las aplicaciones futuras que se consideran sean integradas destacan las siguientes:

- i. alimentación automatizada basada en comportamiento de nado
- ii. estimación biométrica mediante cámaras especializadas
- iii. conteo automático de organismos (biomasa)
- iv. detección temprana de enfermedades
- v. estimaciones de crecimiento (modelación)
- vi. apoyo en la toma de decisiones mediante la IA

Estas herramientas tecnológicas contribuirán al desarrollo de una acuicultura más eficiente, sustentable y tecnológicamente avanzada.

Trabajo interdisciplinario desde el Tecnológico Nacional de México | Instituto Tecnológico de Mazatlán

El desarrollo de tecnologías para la acuicultura moderna requiere de un trabajo interdisciplinario y la integración de diversas áreas del conocimiento. En este contexto, el Instituto Tecnológico de Mazatlán impulsa la colaboración interdisciplinaria entre las carreras de ingeniería en pesquerías e ingeniería en electrónica con el propósito de generar soluciones tecnológicas orientadas al fortalecimiento del sector acuícola.

Desde una perspectiva de ingeniería en pesquerías, el conocimiento sobre la tecnología de cultivo, calidad del agua, infraestructura, modelación matemático y manejo de organismos. Por su parte, la ingeniería electrónica aporta capacidades para el uso de sensores, sistemas de comunicación, automatización y desarrollo de plataformas inteligentes. La interacción entre ambas disciplinas favorece la formación de grupos de trabajo capaces de diseñar propuestas innovadoras como sistemas de monitorización en tiempo real y herramientas de visión artificial aplicadas a la acuicultura.

Este tipo de proyectos representa una oportunidad para fortalecer la investigación aplicada, fomentar la formación de estudiantes y establecer vínculos con el sector productivo mediante desarrollo de soluciones adaptadas a las necesidades reales de producción acuícola.

Conclusiones

La transformación digital de la acuicultura constituye una de las principales tendencias para enfrentar retos asociados a una producción mas eficiente, el incremento de la proteína marina y la eficiencia en el uso de los recursos. Este propuesta conceptual de un sistema inteligente de monitorización para el cultivo de tilapia integra sensores, plataforma de adquisición de datos, alertas automatizadas y análisis de comportamiento de nado mediante visión artificial, ofreciendo una herramienta con alto potencial para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.

Aunque este artículo plantea una propuesta conceptual, su implementación se está realizando al momento de escribir este documento.

Literatura citada

- Debnath, S.C., McMurtrie, J., Temperton, B., Delamare, J., Mohan, C., and Tyler, C. 2023. Tilapia aquaculture, emerging diseases, and the roles of the skin microbiomes in health and disease. *Aquaculture International*, 31, 2945-2976. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01117-4>
- Dena dos Santos, L. 2025. Revolución acuícola: inteligencia digital. *Allaquaculture*. Consultado en línea el 30 de julio de 2026. <https://allaquaculture.com/entrada/revolucion-acuicola-inteligencia-digital-55808>
- Kamalesh, S., Sukhendu, D., Abhratanu, G., y Prem R. 2025. Artificial intelligence in aquaculture: advancing sustainable fish farming through AI-driven monitoring, optimization, and disease management. *Aquaculture*, 614. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.743602>
- Urías-Sotomayor, R., y Maeda-Martínez, A. 2023. La producción de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) en México como una alternativa para fortalecer la seguridad alimentaria nacional. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 33(62), e231322. <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1322>