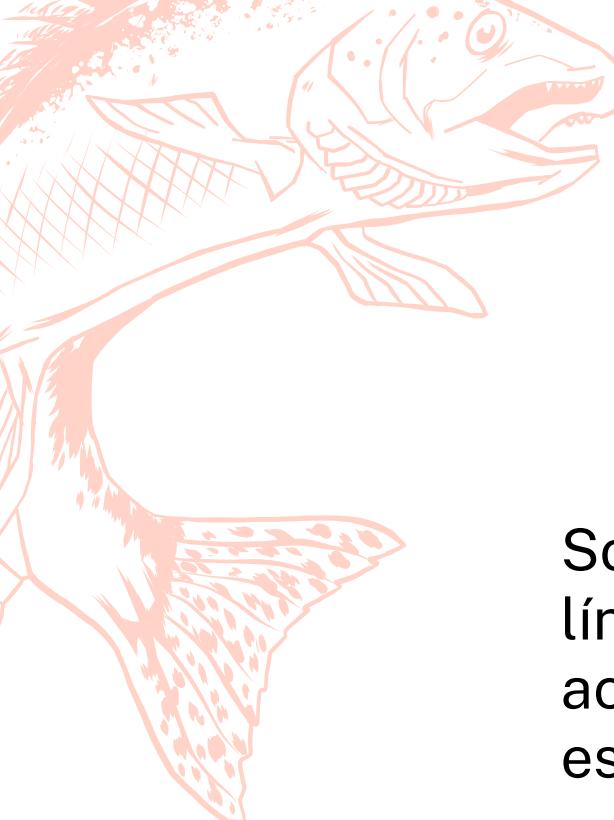


AVANCES EN SANIDAD ANIMAL Y SOSTENIBILIDAD EN ACUICULTURA

Boletín de divulgación científica elaborado por el
Centro CASA con el Auspicio del Consejo del Salmón

CENTER FOR ANTIMICROBIAL STEWARDSHIP IN AQUACULTURE (CASA)
Centro Colaborador de la Organización Mundial de Sanidad Animal





VISIÓN DEL CENTER FOR ANTIMICROBIAL STEWARDSHIP IN AQUACULTURE (CASA)

Somos un equipo multidisciplinario de profesionales e investigadores de la Universidad de Chile, con líneas de investigación en el uso prudente de antimicrobianos y resistencia antimicrobiana en acuicultura, específicamente en la producción de Salmón.

Como Centro Colaborador de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) nuestro objetivo es contribuir al desarrollo de capacidades a los Servicios de Veterinarios de animales acuáticos de la Región de las Américas, proveerles de conocimiento científico y brindar asesoría en el campo de nuestra competencia, especialmente en el uso prudente de antimicrobianos en la acuicultura acorde a las normas del Código Acuático de la Estrategia OMSA.

EQUIPO COLABORADOR

Laboratorio de Farmacología Veterinaria

Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias
Dra. Javiera Cornejo (Directora ejecutiva), Dr. Aldo Maddaleno, Dra. Ekaterina Pokrant

Center for Research and Innovation in Aquaculture

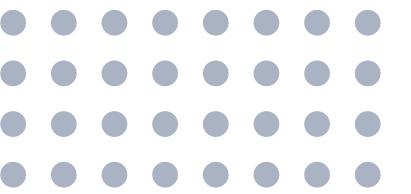
Interfacultades
Dr. José Manuel Yáñez, Dr. Jurij Wacyk, Dr. Rodrigo Pulgar, Dr. Mario Caruffo

Laboratorio de Inocuidad de los Alimentos

Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias
Dra. Lissette Lapierre, Ricardo Riquelme

Asesores Senior

Alicia Gallardo, José Miguel Burgos, Marcela Lara



El presente informe ha sido elaborado por el **Center for Antimicrobial Stewardship in Aquaculture (CASA)** de la Universidad de Chile para el Consejo del Salmón, en el marco del convenio de colaboración. Su objetivo es promover nuevas estrategias y estándares en la industria salmonera, en base a un actualizado estado del arte de la investigación en la gestión de antimicrobianos, sanidad y bienestar animal en la acuicultura y participaciones del CASA en diversas actividades ligadas a su mandato como centro colaborador de la OMSA. Compila los artículos científicos más pertinentes de los últimos tiempos, consolidando una variedad de investigaciones a nivel mundial, proporcionando un resumen y acceso directo a las publicaciones.



Avances en Sanidad animal y Sostenibilidad en Acuicultura

Editor: Center for Antimicrobial Stewardship in Aquaculture (CASA)

Contacto: casa-oie@uchile.cl

2025

TABLA DE CONTENIDOS

01

Sistema de fusión adaptativa de inteligencia artificial múltiple para la detección mejorada de enfermedades en tilapia del Nilo.

Adaptive Artificial Multiple Intelligence Fusion System (A-AMIFS) for Enhanced Disease Detection in Nile Tilapia.

02

MortCam: Un sistema asistido por inteligencia artificial para la detección y alerta de mortalidad de peces en acuicultura en sistemas de recirculación.

MortCam: An Artificial Intelligence aided Fish Mortality Detection and Alert System for Recirculating Aquaculture.

03

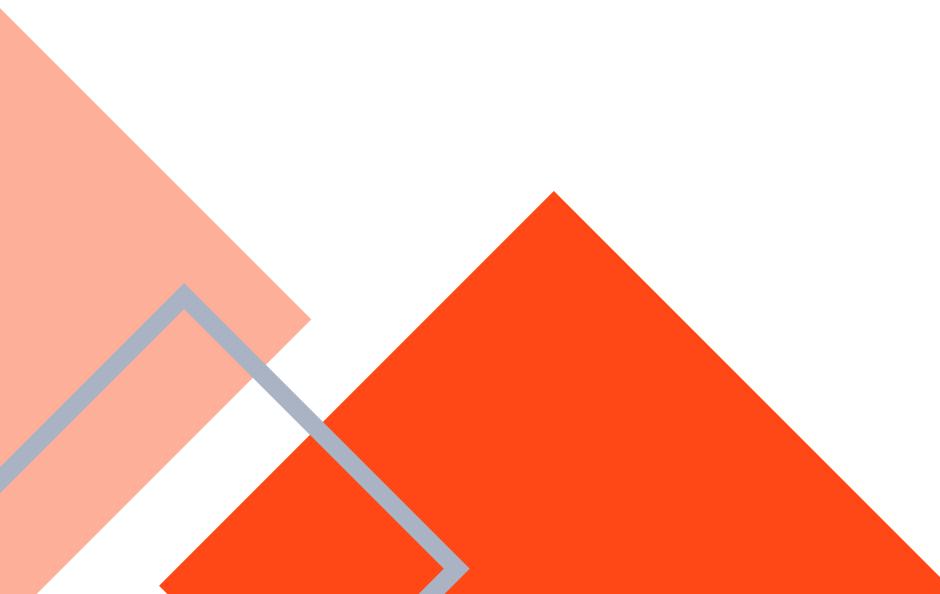
Un conjunto de datos de camarón Litopenaeus vannamei para estimación de biomasa basada en inteligencia artificial y algoritmos de detección de organismos.

A Litopenaeus vannamei Shrimp Dataset for Artificial Intelligence-Based Biomass Estimation and Organism Detection Algorithms.

04

Sistema de control ambiental basado en IoT para piscifactorías con integración de sensores y soporte de decisión mediante aprendizaje automático.

IoT-Based Environmental Control System for Fish Farms with Sensor Integration and Machine Learning Decision Support.



01

Sistema de fusión adaptativa de inteligencia artificial múltiple para la detección mejorada de enfermedades en tilapia del Nilo.

Adaptive Artificial Multiple Intelligence Fusion System (A-AMIFS) for Enhanced Disease Detection in Nile Tilapia.



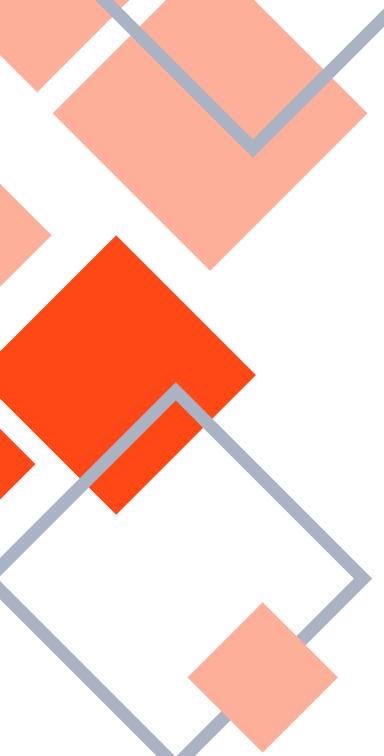
Jutagate, A., Pitakaso, R., Khonjun, S., Srichok, T., Kaewta, C., Luesak, P., Gonwirat, S., & Enketchakul, P. (2024). Adaptive Artificial Multiple Intelligence Fusion System (A-AMIFS) for Enhanced Disease Detection in Nile Tilapia. *Aquaculture Reports*, 39, 102418.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102418>



Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Especie de importancia económica global, pero enfrenta desafíos significativos relacionados con brotes de enfermedades que afectan su sostenibilidad y productividad. Los métodos tradicionales de detección de enfermedades, aunque útiles, son intensivos en mano de obra, ineficientes y frecuentemente no logran identificar signos tempranos de enfermedades, lo que resulta en pérdidas económicas considerables.

Este estudio presenta el **Sistema de Fusión Adaptativa de Inteligencia Artificial Múltiple (A-AMIFS)**, un modelo innovador que combina técnicas avanzadas de aumento de imágenes, métodos de segmentación por ensamble y arquitecturas de redes neuronales convolucionales (CNN).



El **A-AMIFS** utiliza un sistema no basado en población (np-AMIS) para optimizar el aumento de imágenes y un sistema basado en población (Pop-AMIS) para la fusión de decisiones, logrando un rendimiento significativamente superior en términos de precisión y adaptabilidad.

FUNCIÓN DE "CHATBOT"

Permite a los productores detectar automáticamente enfermedades utilizando el modelo de ensamble como sistema de clasificación, con una impresionante precisión superior al 98 %.



El sistema aborda de manera eficiente la diversidad de enfermedades presentes en la tilapia del Nilo, integrando técnicas de aprendizaje profundo y sistemas de inteligencia artificial múltiple para proporcionar una solución adaptable y robusta. También destaca la introducción de mecanismos de fusión de decisiones que optimizan el uso de las diferentes arquitecturas de CNN, mejorando la detección y clasificación de enfermedades en tiempo real.

Evaluación del sistema

Conjunto de datos



NTD-1

NTD-2

Precisión general	98,26%
Precisión	98,35%
Recuerdo	98,30%
Puntuación F1	98,32%



Esta investigación no solo contribuye a la sostenibilidad de la acuicultura, sino que también transforma las estrategias de manejo de enfermedades al proporcionar una herramienta accesible, eficaz y escalable.



El A-AMIFS representa un avance significativo en la acuicultura moderna, subrayando el papel indispensable de la inteligencia artificial en la resolución de problemas complejos de detección y manejo de enfermedades.

02

MortCam: Un sistema asistido por inteligencia artificial para la detección y alerta de mortalidad de peces en acuicultura en sistemas de recirculación.

MortCam: An Artificial Intelligence-aided Fish Mortality Detection and Alert System for Recirculating Aquaculture.



Ranjan, R., Sharrer, K., Tsukuda, S., & Good, C. (2023). MortCam: An Artificial Intelligence-aided Fish Mortality Detection and Alert System for Recirculating Aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 102, 102341.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102341>

MORTCAM

Sistema innovador que utiliza inteligencia artificial (IA) y tecnología de Internet de las Cosas (IoT) para monitorear y alertar sobre la mortalidad de peces en sistemas de recirculación acuícola (RAS).



Tradicionalmente, el seguimiento de la mortalidad se realiza mediante observación humana o cámaras submarinas, lo que resulta ineficiente y costoso.



MortCam aborda estas limitaciones al automatizar la detección de peces muertos y enviar alertas en tiempo real cuando se superan umbrales críticos de mortalidad.



El sistema incluye un sensor de imágenes RGB integrado a un dispositivo de computación periférica optimizado para aplicaciones submarinas.

Imagen ilustrativa, no representa a Mortcam.





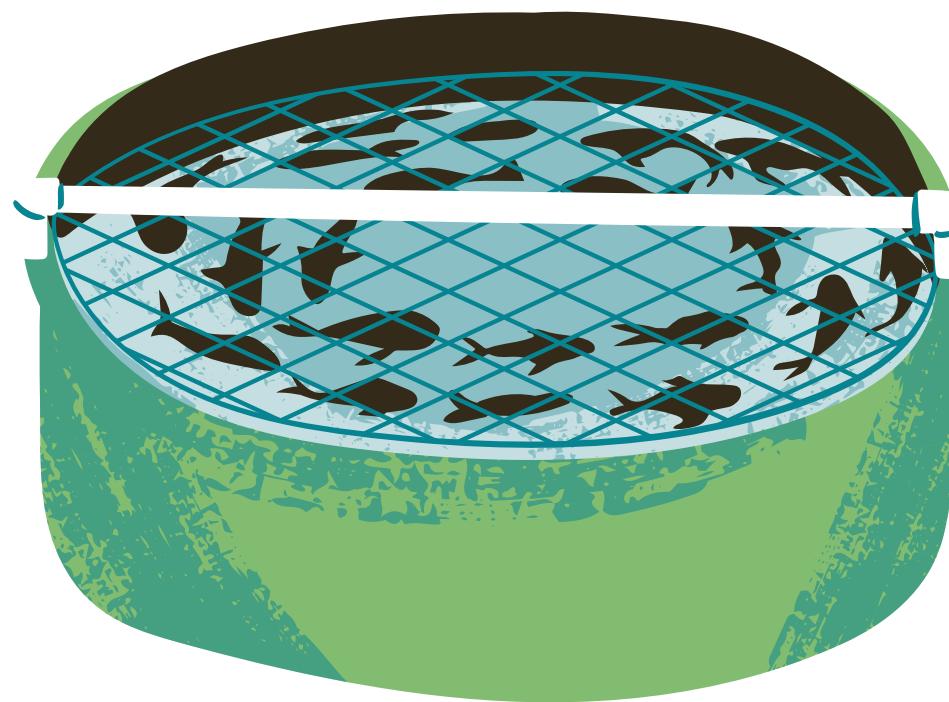
Los datos de imágenes se recopilaron cada 15 minutos durante un período de 90 días, en condiciones de luz ambiental y suplementaria.



Estas imágenes fueron procesadas utilizando el modelo YOLOv7 de detección de objetos, que fue entrenado con conjuntos de datos divididos en clases de peces vivos y muertos.



Los modelos optimizados lograron una precisión promedio del 93.4% y una puntuación F1 de 0.89, mostrando robustez incluso en condiciones de iluminación variables.



MortCam fue probado en un tanque de RAS de 150 m³ con salmones del Atlántico, y demostró ser efectivo para la detección continua de mortalidad, así como para la generación de alertas por correo electrónico y mensajes de texto.

Este sistema no solo facilita el manejo oportuno de mortalidad, sino que también crea una base de datos histórica de mortalidad para mejorar la gestión y el bienestar de los peces a lo largo del ciclo de producción.

Las pruebas cruzadas y la integración de imágenes de diferentes condiciones de luz resaltaron la versatilidad del modelo mixto, que supera a los modelos específicos de condiciones de luz en términos de robustez y precisión.



Este trabajo destaca la importancia de herramientas automatizadas y basadas en IA en la acuicultura moderna, especialmente en sistemas intensivos como los RAS.



MortCam representa un avance significativo hacia la acuicultura de precisión, proporcionando soluciones sostenibles y económicas para monitorear y gestionar la mortalidad de peces en tiempo real.



Los autores también subrayan la necesidad de incluir datos de producción a lo largo de todo el ciclo de vida de los peces para mejorar aún más el sistema.

03

Un conjunto de datos de camarón *Litopenaeus vannamei* para estimación de biomasa basada en inteligencia artificial y algoritmos de detección de organismos.

A *Litopenaeus vannamei* Shrimp Dataset for Artificial Intelligence-Based Biomass Estimation and Organism Detection Algorithms.



Ramírez-Coronel, F. J., Esquer-Miranda, E., Rodríguez-Elias, O. M., García-Hinostro, P., & Parra-Salazar, G. C. (2024). A *Litopenaeus vannamei* shrimp dataset for artificial intelligence-based biomass estimation and organism detection algorithms. *Data in Brief*, 57, 110964.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110964>

La industria de la acuicultura enfrenta desafíos importantes relacionados con la estimación precisa de biomasa y las mediciones no invasivas en el cultivo de camarones.

Los métodos actuales, basados en procesos manuales, son lentos, imprecisos y propensos a errores, además de generar estrés y mortalidad en los organismos.

Este artículo presenta un conjunto de datos desarrollado para abordar estas limitaciones, utilizando modelos de visión por computadora e inteligencia artificial.

DATOS

- 5507** Imágenes y mediciones manuales de longitud total, longitud del cefalotórax y peso de camarones.
- 170** Camarones *Litopenaeus vannamei*, recolectados en estanques industriales y académicos.

El conjunto de datos se divide en cinco subcarpetas, cada una asociada con un proceso de captura en condiciones específicas.



Las imágenes fueron obtenidas mediante cámaras de alta resolución, como una Logitech c920 y una cámara Raspberry Pi de 12 MP, con configuraciones que incluyen diferentes niveles de iluminación y tipos de agua (estanque versus agua clara).



Datos

La calidad y diversidad de los datos hacen que este recurso sea único, al incluir camarones de diferentes edades, tamaños y condiciones de cultivo, lo que contribuye a la robustez de los modelos predictivos.

Estas imágenes y mediciones permiten correlacionar características específicas de las imágenes con la biomasa de los camarones, sentando las bases para el desarrollo de algoritmos de detección de organismos y estimación de biomasa.

Este conjunto de datos tiene una aplicabilidad amplia, ya que permite a los investigadores probar y comparar modelos de aprendizaje automático para la estimación de biomasa.

Además, es útil para estudiar relaciones alométricas entre características morfométricas y biomasa, facilitando el desarrollo de herramientas no invasivas para la industria de la acuicultura.



El artículo subraya la importancia de métodos precisos y sostenibles para la gestión de la alimentación y el monitoreo en la acuicultura, áreas clave para la eficiencia económica y el cuidado ambiental.



Este conjunto de datos no solo aborda una brecha crítica en la investigación de la acuicultura, sino que también establece un estándar para futuros desarrollos en estimación de biomasa basada en inteligencia artificial.

04

Sistema de control ambiental basado en IoT para piscifactorías con integración de sensores y soporte de decisión mediante aprendizaje automático.

IoT-Based Environmental Control System for Fish Farms with Sensor Integration and Machine Learning Decision Support.



Dhinakaran, D., Gopalakrishnan, S., Manigandan, M. D., & Anish, T. P. (2024). *IoT-Based Environmental Control System for Fish Farms with Sensor Integration and Machine Learning Decision Support*. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(10).
<https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i10.8482>

Sistema de control ambiental

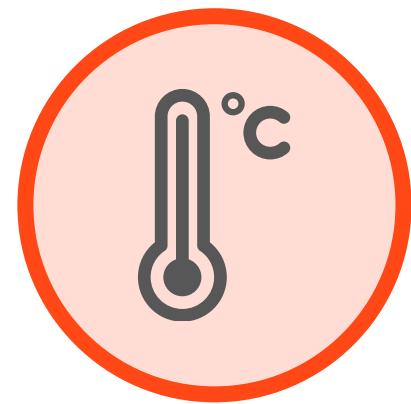
Se desarrolló un sistema de control ambiental basado en la tecnología de Internet de las Cosas (IoT), integrado con algoritmos avanzados de aprendizaje automático, para facilitar la toma de decisiones en tiempo real y optimizar las operaciones de piscicultura.

Este sistema recopila datos en tiempo real a través de una red de sensores inalámbricos estratégicamente posicionados, midiendo parámetros cruciales como la temperatura del agua, los niveles de pH, la humedad ambiental y el comportamiento de los peces.

El procesamiento de los datos incluye pasos como imputación de valores faltantes, detección de valores atípicos, ingeniería de características y sincronización, lo que asegura la confiabilidad y calidad de la información para el análisis.



Los datos procesados son utilizados por cuatro algoritmos de aprendizaje automático diseñados para tareas específicas:



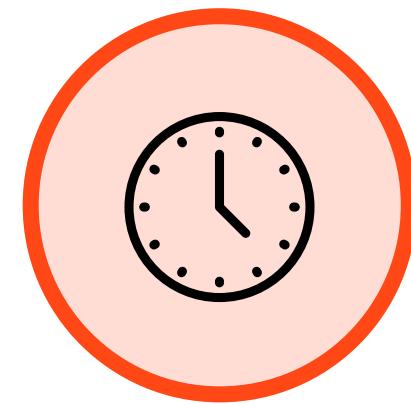
RANDOM FOREST

Regula la temperatura y el pH del agua, promoviendo condiciones óptimas para la salud y el crecimiento de los peces.



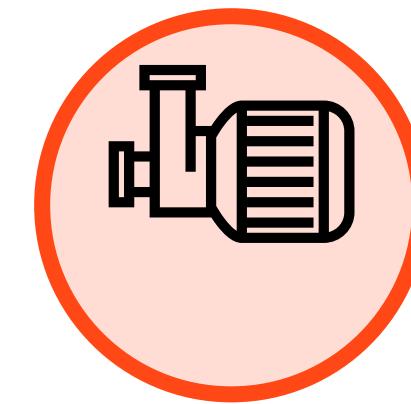
SUPPORT VECTOR MACHINES (SVM)

Actúa como sistema de alerta temprana, identificando de manera eficiente enfermedades y parásitos en los peces.



GRADIENT BOOSTING MACHINES (GBM)

Ajusta dinámicamente los horarios de alimentación en función de las condiciones ambientales en tiempo real, mejorando la eficiencia del uso de recursos y maximizando la productividad de los peces.



REDES NEURONALES

Gestionan la operación de equipos críticos, como bombas y calentadores, garantizando que los parámetros ambientales se mantengan dentro de los rangos deseados.

El sistema toma decisiones en tiempo real para alinear las condiciones ambientales de la piscifactoría con especificaciones predefinidas. Esto no solo mejora la salud y el rendimiento de los peces, sino que también reduce significativamente el desperdicio de recursos, incrementa la rentabilidad y fomenta la sostenibilidad ecológica. Además, se incluye una interfaz de usuario intuitiva que permite a los operadores supervisar el sistema, acceder a datos históricos y realizar ajustes manuales cuando sea necesario.



Este enfoque integral representa un avance significativo en la acuicultura digital, integrando tecnología de punta con prácticas sostenibles.



Las implicaciones del sistema son amplias, contribuyendo a satisfacer la creciente demanda de productos del mar, mientras se minimiza la huella ambiental y se incrementa la viabilidad económica de las piscifactorías.