

## AUTOMATIZACIÓN EN LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA PARA LA CAMARONICULTURA DE AGUA DULCE: CASO HUAQUILLAS.

Jorge David Herrera Sarango  
Instituto Superior Tecnológico Huaquillas  
jdherrera@isthuaquillas.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-0407-730X>

Cristian Stalin Sancho López  
Instituto Superior Tecnológico Huaquillas  
cssancho@isthuaquillas.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-2974-5896>

Víctor Fernando Herrera Sarango  
Instituto Superior Tecnológico Huaquillas  
vfherrera@isthuaquillas.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0004-1231-2455>

Marcia Maribel Aguirre Ochoa  
Instituto Superior Tecnológico Huaquillas  
maaguirre@isthuaquillas.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-8799-249X>

**Autor para correspondencia:** [jdherrera@isthuaquillas.edu.ec](mailto:jdherrera@isthuaquillas.edu.ec)

**Recibido:** 05/07/2024

**Aceptado:** 20/08/2024

**Publicado:** 22/09/2024

### Resumen

La presente investigación ha sido desarrollada con el fin de brindar una solución tecnológica en la crianza del camarón en la ciudad de Huaquillas - Ecuador considerando que la producción de camarones en cautiverio, es una actividad de cultivo que se realiza en un medio acuático, que con ayuda tecnológica busca el desarrollo del camarón para consumo humano y a la vez, evitar las grandes pérdidas económicas sufridas por este sector productivo, como resultado de múltiples enfermedades que afectan a

sus criaderos, entre las que tenemos enfermedades producidas por las variaciones intempestivas de temperatura en las piscinas del cultivo. Para lograr este cometido, las condiciones ambientales deben ser las adecuadas para garantizar la supervivencia, producción y el buen cultivo del camarón. Se desarrolló un prototipo para el registro de temperatura en las piscinas de camarones de agua dulce. Este dispositivo monitorea constantemente las condiciones ambientales y emite



alertas sonoras y mensajes de texto en caso de detectar variaciones fuera de los parámetros óptimos. La importancia radica en la contribución para la automatización del proceso de mediciones de temperatura en una camaronera logrando reducir la dependencia del factor humano en el

proceso incrementando la frecuencia y precisión para el control y monitoreo, como resultado se obtuvo que el prototipo demostró ser efectivo en la detección y alerta temprana de cambios de temperatura que podrían afectar el cultivo de camarones.

**Palabras clave:** Camaronicultura, automatización, medición de temperatura, prototipo.

## ***AUTOMATION IN TEMPERATURE MEASUREMENT FOR FRESHWATER SHRIMP FARMING: HUAQUILLAS CASE***

### **Abstract**

The present investigation has been developed with the purpose of providing a technological solution in shrimp farming in the city of Huaquillas - Ecuador, shrimp production in captivity is a farming activity carried out in an aquatic environment, which with technological help seeks the development of shrimp for human consumption and at the same time, avoids the great economic losses suffered by this productive sector, as a result of multiple diseases that affect their farms, among which we have diseases produced by the untimely temperature variations in the farming pools. In order to achieve this, environmental conditions must be adequate to guarantee the survival, production and good cultivation of shrimp. A prototype was developed to record temperature in freshwater

shrimp ponds. This device constantly monitors the environmental conditions and emits sound alerts and text messages in case of detecting variations outside the optimum parameters. The importance lies in the contribution to the automation of the temperature measurement process in a shrimp farm, reducing the dependence on the human factor in the process and increasing the frequency and precision of control and monitoring, it can be concluded that the automation of the temperature measurement process in freshwater shrimp farms represents a significant advance in the aquaculture industry.

**Keywords:** Shrimp farming, automation, temperature measurement, prototype.





## Introducción

El sector productivo camaronero es una de las principales fuentes económicas de ingreso en el Ecuador, durante los años 2020, 2021 y 2022, siendo uno de los principales productos de exportación. De acuerdo a los lineamientos establecidos por la (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2020) para el “ciclo vital del camarón se considera cuatro factores importantes como: temperatura, oxígeno, nitrito y alcalinidad”.

El sector camaronero de agua dulce en el cantón Huaquillas enfrenta importantes desafíos que limitan su desarrollo y competitividad. Entre las problemáticas más destacadas se encuentran la carencia de inversión en tecnología y la falta de automatización en los procesos críticos de la crianza del camarón. Esta situación se agrava por el limitado manejo de tecnología por parte del personal encargado de las actividades cotidianas, lo que resulta en una gestión subóptima de las piscinas.

Ante esta realidad, surge la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas que sean accesibles y adaptables a los recursos disponibles en el sector. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo principal diseñar y desarrollar un

prototipo para la automatización de la medición de temperatura en las piscinas de camarón de agua dulce, utilizando tecnologías de información. Esta solución busca no solo optimizar el control de esta variable crítica, sino también facilitar su uso por parte del personal.

Para alcanzar este objetivo, se empleó una metodología experimental y de campo, la cual se dividió en dos etapas principales. En la primera etapa, se realizó la simulación de los circuitos electrónicos mediante el uso del software Proteus, versión 8.8, con el fin de validar el diseño del circuito y la integración de los sensores y actuadores necesarios.

Una vez concluida la simulación, se procedió a la segunda etapa, que consistió en la implementación física del circuito y la realización de pruebas de funcionamiento. Los resultados obtenidos demostraron que, al incrementar la frecuencia de registro de la temperatura, se logra un control más preciso de esta variable en comparación con los métodos manuales tradicionales.

## Materiales y métodos

De acuerdo con Pintado (2018) en el Ministerio de Acuacultura y Pesca en el Ecuador “existen 1481 camaroneras registradas y aprobadas por este



ministerio, de las cuales en el cantón Huaquillas existen 75”.

Para la presente investigación se tiene como población a las camaroneras del Cantón Huaquillas ubicadas en la Provincia de El Oro. Para el muestreo se usó el método no probabilístico del tipo intencional debido a la herramienta que se utilizó para la recolección de datos, debido a que es complicado acceder a estos lugares y más aún que brinden información sobre los procesos que manejan para la respectiva producción y además se entrevistó al propietario y los encargados de la camaronera.

### Metodología de campo

“Esta reúne información necesaria recurriendo fundamentalmente al contacto directo con los hechos o fenómenos que se encuentran en estudio” (Pérez García & Rodríguez Lavayen, 2016)

Este tipo de investigación es la ideal para la recopilación de información, algunos de los métodos que se utilizan en este tipo de metodología son: entrevistas, cuestionarios o la observación directa.

### Metodología experimental

De acuerdo con Hernández et al. (2010) para validar un experimento se deben cumplir 3 requisitos:

El primer requisito es la manipulación intencional de una o más variables independientes.

El segundo requisito consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente. Esto es igualmente importante y como en la variable dependiente se observa el efecto, la medición debe ser válida y confiable.

El tercer requisito que todo experimento debe cumplir, es el control o la validez interna de la situación experimental. El término “control” tiene diversas connotaciones dentro de la experimentación.

Sin embargo, su acepción más común es que, si en el experimento se observa que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes, la variación de estas últimas se debe a la manipulación de las primeras y no a otros factores o causas; y si se observa que una o más independientes no tienen un efecto sobre las dependientes, se puede estar seguro de ello.

El desarrollo de este proyecto se centró en la creación e implementación de un prototipo de automatización para la medición de temperatura en camaroneras de agua dulce. El enfoque se dividió en las siguientes etapas clave:



## 1. Diseño y Simulación del Prototipo:

**Diseño del Circuito Electrónico:** Se diseñó el circuito electrónico utilizando el software Proteus versión 8.8. Este software permitió realizar simulaciones previas al ensamblaje físico del prototipo, validando la integración de los sensores, actuadores, y otros componentes electrónicos necesarios.

**Pruebas de Simulación:** Durante la simulación, se evaluaron las conexiones de los sensores y actuadores en diferentes escenarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema antes de la implementación física.

## 2. Implementación Física del Prototipo:

**Ensamblaje del Prototipo:** Una vez validadas las simulaciones, se procedió al ensamblaje físico del prototipo. Se integraron los componentes previamente simulados, incluyendo el sensor de temperatura DS18B20, la pantalla LCD 20x4, el buzzer para las alertas sonoras, y el módulo SIM900 para el envío de mensajes de texto.

**Alojamiento en Caja Impresa en 3D:** Para proteger y organizar los componentes electrónicos, se diseñó y

fabricó una caja personalizada mediante impresión 3D. Este diseño permitió un montaje seguro y accesible de todos los componentes.

## 3. Pruebas de Funcionamiento:

**Pruebas de Campo:** El prototipo se instaló en una camaronera de agua dulce, donde se realizaron pruebas de funcionamiento bajo condiciones reales. Durante estas pruebas, se monitorearon las variaciones de temperatura en la piscina de camarones.

**Automatización del Control de Temperatura:** Se verificó el correcto funcionamiento del sistema de alarmas y del envío de mensajes de texto cuando las temperaturas superaban los límites preestablecidos (menores a 26°C o mayores a 32°C). Asimismo, se evaluó la capacidad del sistema para registrar datos de temperatura de manera continua en una tarjeta micro SD.

## 4. Evaluación de Resultados:

**Almacenamiento y Análisis de Datos:** Los datos recopilados durante las pruebas fueron almacenados para su análisis posterior. Se verificó la integridad de los registros y la precisión en la detección de cambios de temperatura.

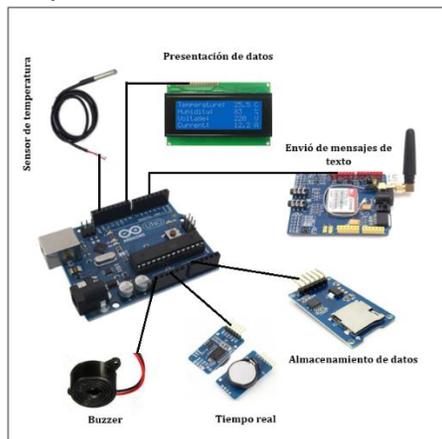


Validación del Prototipo: Los resultados mostraron que el prototipo es efectivo en la detección temprana de cambios de temperatura, permitiendo una intervención oportuna y reduciendo la dependencia del monitoreo manual.

### Resultados y discusión

El proyecto consiste en realizar el envío de mensajes de texto por medio del Shield SIM900 y una alarma sonora cuando exista una alerta de temperatura menor a los 26°C y mayor a los 32°C, adicional se presentará la medición de temperatura en un LCD y se almacenará los datos que marque el sensor en un tiempo definido como se muestra en la siguiente figura 1.

**Figura 1.** Esquema de conexión del prototipo



Nota: en la figura se puede apreciar las posibles conexiones necesarias para el desarrollo del prototipo.

### Descripción de hardware

**Sensor de Temperatura ds18B20.-** Permite realizar la toma de datos de la temperatura del agua en donde se encuentre los camarones.

**Pantalla LCD 20x4.-** Consiste en presentar el resultado de la toma de datos del sensor adicional a esto se presentará un mensaje de alerta cuando de desfase de los rangos establecidos.

**Buzzer.** - Se activa la alarma sonará cuando se incumpla con los rangos establecidos, permitiendo dar aviso a las personas que se encuentren cerca de la piscina de camarones y no tengan disponible su teléfono móvil.

**Shield SIM 900.-** Realiza envío de mensajes de texto a la persona encargada de la camaronera, sobre las alarmas de temperatura adicional a la sonora que se la explico anteriormente.

**Almacenamiento Micro SD.** - Almacena los datos de medición de temperatura en una micro SD para tener un respaldo de estos datos y posteriormente realizar una estadística de estos datos para poder realizar predicciones.

### Descripción de software

**Plataforma Arduino.** - Mediante esta plataforma se realizará la integración

de cada uno de los elementos del hardware.

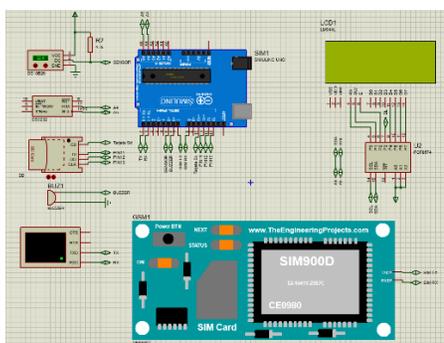
Proteus. - Este software de simulación nos permitirá ir realizando pruebas previo la implantación del proyecto Simulación e implementación del prototipo.

En este apartado se detalla los pasos que se siguieron para el funcionamiento del proyecto como es su simulación, implementación y pruebas de funcionamiento del proyecto que se está desarrollando

### Simulación

Previo a la implementación del esquema del proyecto mencionado anteriormente se ha trabajado con simulaciones en Proteus de cada uno de los elementos del hardware y de igual manera se los ha integrado.

**Figura 2.** Simulación del prototipo en Proteus 8.8



Nota: Como se puede observar en la figura 2 se ha realizado la integración de los siguientes elementos: Buzzer, micro SD, LCD 20x4, RTC 3232, Sensor

de temperatura y un generador de señal. Con lo cual se ha simulado las conexiones y se ha comprobado el funcionamiento del código programado en Arduino.

### Implementación

En este apartado se detalla de manera fotográfica como fue el proceso para armado del primer prototipo del proyecto y se implementará de manera real las conexiones realizadas en el apartado de simulación

**Tabla 1.** Elementos del proyecto

LCD 20 X 4



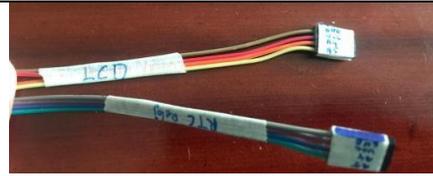
Adaptador Micro SD



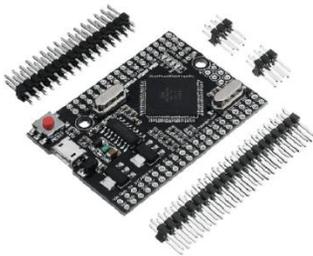
RTC 3231



### Módulo SIM 900



### Arduino Mega Mini



### Buzzer



### Sensor de temperatura



### Cables de Conexión

Nota: Detalle de los elementos usados e implementados en el proyecto

En la tabla 1 se presenta los elementos principales que se utilizaron para el desarrollo del proyecto los cuales de conectados de una manera adecuada permitirán la medición de temperatura del agua, almacenamiento de datos en tiempo real y envío de MSM de igual manera una alerta sonora.

A continuación se presentará el armado del proyecto en una caja realizada en impresión 3D personalizada respectivamente para el proyecto.

**Figura 3.** Primeras pruebas de funcionamiento del prototipo



Nota: Se muestra las primeras pruebas de funcionamiento y conexiones del prototipo



**Figura 4.** Conexiones del prototipo en placa microperforada



Nota: Conexiones de componentes en placa microperforada

**Figura 5.** Diseño en 3d para colocar el prototipo



Nota: Se presenta el diseño en 3d realizado en fusión 360 de la caja en donde se colocará la parte electrónica del prototipo.

**Figura 6.** Acoplamiento de módulos del proyecto



Nota: Armado de cada uno de los componentes del proyecto en la caja impresa en 3D

**Figura 7.** Armado del prototipo



Nota: Ensamblado de los componentes electrónicos con la impresión 3D

**Figura 8.** Presentación final del prototipo



Nota: Presentación final del prototipo para la medición de temperatura de una piscina de camarones

## Resultados

El registro de temperatura de cada uno de los datos almacenados en la MicroSd en condiciones normales es cada 10 minutos como se observa en la figura 9, sin registrar pérdida de información. Se realizó pruebas de funcionamiento con 11225 registros obteniendo como resultado que al existir una variación en los parámetros de temperatura establecidos se envía un mensaje de texto para alertar a la persona encargada de la camaronera como se puede observar en la figura 11 y de esta manera se logra automatizar el control y monitoreo de la temperatura de la piscina de agua dulce.

**Figura 11.** Registro de temperatura con el prototipo

# REG	FECHA	HORA	TEMP *C
11199	02.03.2020	14:48:32	30.94
11200	02.03.2020	14:58:33	31.06
11201	02.03.2020	15:08:34	30.81
11202	02.03.2020	15:18:35	30.81
11203	02.03.2020	15:28:36	30.87
11204	02.03.2020	15:38:37	30.69
11205	02.03.2020	15:48:38	30.50
11206	02.03.2020	15:58:39	30.44
11207	02.03.2020	16:08:40	30.50
11208	02.03.2020	16:18:41	30.69
11209	02.03.2020	16:28:42	30.37
11210	02.03.2020	16:38:43	30.25
11211	02.03.2020	16:48:44	30.06
11212	02.03.2020	16:58:45	29.69
11213	02.03.2020	17:08:45	29.31
11214	02.03.2020	17:18:46	29.12
11215	02.03.2020	17:28:47	29.06
11216	02.03.2020	17:38:47	29.25
11217	02.03.2020	17:48:48	29.19
11218	02.03.2020	17:58:49	29.00
11219	02.03.2020	18:08:49	28.69
11220	02.03.2020	18:18:50	28.56
11221	02.03.2020	18:28:51	28.50
11222	02.03.2020	18:38:51	28.19
11223	02.03.2020	18:48:52	28.25
11224	02.03.2020	18:58:53	28.12
11225	02.03.2020	19:08:54	28.06

**Figura 10.** Recepción de mensaje de texto



## Discusión

Realizado el levantamiento de información sobre la crianza del camarón en agua dulce, se evidenció la viabilidad de la investigación aplicando métodos tecnológicos que cubren la necesidad del sector camaronero, se evidenció que la temperatura es un factor de riesgo en varias etapas de la crianza del camarón, debido a esto se debe llevar un control de esta variable ya que incide en la sobrevivencia del camarón.

En las camaroneras del cantón Huaquillas, se realiza el registro de la temperatura con poca frecuencia y de forma manual, lo que disminuye la precisión y oportunidad de acción en los cambios registrados. Las alternativas previamente desarrolladas para mejorar el control de temperatura, incluyen un alto conocimiento tecnológico por parte de quienes son los encargados de la toma de los datos, como una fuerte inversión económica, estas soluciones no se adaptan a las camaroneras de la zona



que son consideradas medianas y pequeñas y tienen por ende limitada accesibilidad de recursos para destinarlos a tecnología.

## Conclusiones

El prototipo desarrollado representa un avance significativo hacia la automatización del control de temperatura en las camaronas de agua dulce en el cantón Huaquillas. Al incrementar la frecuencia de medición y mejorar la precisión de los datos obtenidos, se optimiza la gestión de esta variable crítica, adaptándose a las condiciones tecnológicas y de recursos disponibles en el sector.

Las pruebas realizadas demostraron que el prototipo cumple con las funcionalidades esperadas, como el control y monitoreo eficiente de la temperatura. Estos resultados validan su potencial para mejorar la productividad y sostenibilidad del sector camaronero al ofrecer una solución accesible y adaptable a las necesidades locales.

## Referencias bibliográficas

Banco Central del Ecuador. (2023). Información Estadística Mensual. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNot>

[as/Catalogo/IEMensual/Indices/m2051012023.html](https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNot)

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2010). Metodología de la investigación. In Metodología de la investigación. <https://doi.org/- ISBN 978-92-75-32913-9>

Lalangui, M., Eras, R., & Burgos, J. (2017). Costos de Producción: Estimación y Proyección de Ingresos. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9).

Lizarzaburu, G. (2017). El camarón de Ecuador, un modelo sustentable. 03-10-2017. <https://www.expreso.ec/economia/economia-camaron-ecuador-modelo-sustentable-HA1741988>

Malavé, J., & Sánchez, M. (2010). "CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA DE LA ACUICULTURA EN EL SECTOR DEL CANTÓN HUAQUILLAS."

Martínez, J. (2017). Análisis técnico y financiero para la producción de dos tamaños de camarón (16 y 25 g) en El Oro, Ecuador.



- Molina, S. (2019). Prototipo de una placa controladora en Arduino de monitoreo el ambiente de las piscinas para producción de camarones.
- Naciones Unidas Organización de Desarrollo Industrial. (2017). SECTOR CAMARONERO GUÍA DE RECURSOS EFICIENTES Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA GUÍA DE RECURSOS EFICIENTES Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA | 3-SECTOR CAMARONERO. [www.unido.org](http://www.unido.org).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020 (Dirección de Información de la FAO (ed.)). [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=isDXUmo7h-sC&oi=fnd&pg=PR12&dq=FAO+crianza+de+camarones+agua+dulce&ots=0mS-KEZu4-&sig=SalZoepqHl2eZBylDjyquMlIBPk&redir\\_esc=y#v=onepage&q=FAO+crianza+de+camarones+agua+dulce&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=isDXUmo7h-sC&oi=fnd&pg=PR12&dq=FAO+crianza+de+camarones+agua+dulce&ots=0mS-KEZu4-&sig=SalZoepqHl2eZBylDjyquMlIBPk&redir_esc=y#v=onepage&q=FAO+crianza+de+camarones+agua+dulce&f=false)
- Pérez García, A. O., & Rodríguez Lavayen, M. F. (2016). Estudio de caso del procesos de la toma y registro de pesaje manual frente a un sistema automatizado aplicado a una Empresa Camaronera. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20349>
- Pintado, D. (2018). Camaroneras registradas y aprobadas. [http://www.acuaculturaypesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/ACTUALIZA\\_CAMARONERAS\\_27ABRIL2018.pdf](http://www.acuaculturaypesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/ACTUALIZA_CAMARONERAS_27ABRIL2018.pdf)
- Ulloa, R. F. (2015). EL EFECTO DE DOS PORCENTAJES DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (Litopenaeus vannamei). [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1464/7/CD531\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1464/7/CD531_TESIS.pdf)