

Desarrollo de un sistema de adquisición de parámetros ambientales en los estanques piscícolas basado en IoT *

Development of a system for the acquisition of environmental parameters fish farms based on IoT

Recibido: febrero 2 de 2021 - Evaluado: marzo 10 de 2021 - Aceptado: junio 12 de 2021

Juan Pablo González-Lugo **
Danilo Antonio Montiel-Arrieta***
Jorge E. Gómez Gómez ****

Para citar este artículo / To cite this Article

J.P. González-Lugo, D.A. Montiel-Arrieta, J.E. Gómez-Gómez “Desarrollo de un sistema de adquisición de parámetros ambientales en los estanques piscícolas basado en IoT” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 4, no. 2, pp.1-10, 2021.

Resumen

La investigación tuvo como finalidad la implementación de un sistema de monitoreo permanente de los parámetros presentes en el agua de los estanques piscícolas y un envío de alertas a los administradores cuando se capturen parámetros anómalos que puedan afectar al cultivo de peces, todo esto desarrollado con tecnologías IoT (Internet de las cosas). El sistema consta de un dispositivo y un aplicativo web que se comunican entre sí, el dispositivo desarrollado con Arduino capturará los parámetros (temperatura y pH) presentes en el agua de los estanques por medio de sensores, este dispositivo enviará y guardará los datos de manera remota a la base de datos conectada al aplicativo web, en dicho aplicativo se podrán visualizar todos los parámetros capturados y de igual manera se podrá modificar la configuración del dispositivo. También se notificará vía SMS y llamada telefónica (teléfono móvil) al administrador de los estanques, en caso tal de que se capturen y/o detecten valores anómalos presentes en el agua, la llamada telefónica no tendrá ningún mensaje de voz, en cambio el mensaje de texto SMS tendrá los valores capturados, buscando de esta manera que el administrador pueda tomar decisiones con respecto al estado del agua y en su defecto el cultivo.

Palabras clave: Internet de las cosas, monitoreo del agua.

*Artículo inédito: “Desarrollo de un sistema de adquisición de parámetros ambientales en los estanques piscícolas basado en IoT”.

**Correo electrónico: jgonzalezlugo03@correo.unicordoba.edu.co, ORCID: 0000-0003-4423-3343

***Correo electrónico: dmontielarrieta40@correo.unicordoba.edu.co, ORCID: 0000-0002-0210-1804

***Correo electrónico: jelienergomez@correo.unicordoba.edu.co, ORCID: 0000-0001-8746-9386

Abstract

The research was aimed at implementing a permanent monitoring system of the parameters present in the water of fish ponds and sending alerts to managers when abnormal parameters that may affect fish farming are captured, all this developed with IoT technologies (Internet of Things). The system consists of a device and a web application that communicate with each other, the device developed with Arduino will capture the parameters (temperature and pH) present in the water of the ponds by sensors, this device will send and store the data remotely to the database connected to the web application, in this application you can view all the captured parameters and also you can modify the configuration of the device. It will also be notified via SMS and phone call (cell phone) to the administrator of the ponds, in case of capturing and/or detecting anomalous values present in the water, the phone call will not have any voice message, instead the SMS text message will have the captured values, seeking in this way that the administrator can make decisions regarding the state of the water and otherwise the crop.

Keywords: Internet of things, water monitoring.

1. Introducción

A nivel global, la pesca y la acuicultura contribuyen considerablemente a la seguridad alimentaria y la subsistencia de millones de las personas. Excluyendo las plantas acuáticas, la producción mundial total del sector alcanzó un máximo de 171 millones de toneladas en 2016, con un 53 por ciento de este total procedente de la pesca de captura y un 47 por ciento de la acuicultura alcanzando un 53 por ciento si se excluyen los usos no alimentarios. Se estima que el valor total de la producción desembarcada en 2016 alcanzó la cifra de 362 mil millones de dólares EEUU, de los que 232 mil millones de dólares EEUU procedieron de la producción acuícola [1].

El sector de la pesca y la acuicultura emplea a unos 200 millones de personas aproximadamente de forma directa e indirecta y las mujeres representan alrededor del 14 por ciento de los empleados en el sector primario, si bien este porcentaje aumenta al 50 por ciento si también se incluye el sector secundario [1], [2]. Por lo tanto, los medios de vida sustentados por las actividades de pesca y acuicultura son fundamentalmente importantes en muchas regiones costeras, fluviales, insulares y continentales.

En Colombia la acuicultura aporta 120,230 toneladas de pescado y cada año esta cifra aumenta de manera considerable, el departamento del Huila tiene una participación de 46%, Meta con 13% de participación; Tolima, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia cada una con 5%. En cuanto a las exportaciones, estas aumentaron 1.355 toneladas entre enero y septiembre en el 2018, es decir, 24%, al pasar de 5.641 toneladas, entre los primeros nueve meses de 2017, a 6.996 toneladas en el mismo periodo de 2018. En valor esto representó un incremento de US\$9,4 millones (22,8%), al pasar de US\$41,6 millones en ese periodo a 51,1 millones en 2018, por lo que favorece en gran parte a la economía y campesinos del país [3].

Por otra parte, la región caribe colombiana solo aporta el 3,75% a la producción acuícola nacional, lo cual es un valor bastante bajo teniendo en cuenta las ventajas que tiene esta región para el cultivo de peses, como lo es la posición geográfica, el clima, condiciones biofísicas, capacidad científica e infraestructura comercial, por lo que el gobierno quiere fomentar el uso de estas prácticas en esta región [4].

En el área de la piscicultura es muy escaso o casi nulo el uso de tecnologías innovadoras para ejercer esta actividad, en la costa caribe colombiana solo se está iniciando la implementación de tecnologías para la pesca en mares [5], por lo que se quiere empezar a impulsar el uso de estas para la rama de la piscicultura, por esta razón queremos observar como la implementación de tecnologías como la IoT es viable y que beneficios puede traer a la piscicultura.

Las personas y empresas que se dedican a la crianza y venta de peces (piscicultura) tienen como objetivo, que su producción se desarrolle de manera adecuada permitiéndole así ofrecer un producto de calidad. Un factor determinante para este fin es conocer los cambios que se producen en las variables presentes en el agua, nuestro objetivo es el desarrollo de un sistema que capture los parámetros presentes en el agua de los estanques piscícolas de la Universidad de Córdoba, ya que actualmente no cuenta con dicho sistema para realizar el monitoreo.

Desde los últimos años la avances tecnológicos han aumentado considerablemente, prácticamente cada mes se revela al mercado nuevas tecnologías, todo esto para ayudar al ser humano a realizar actividades de diferentes ámbitos con mucha más facilidad y eficacia, una de estas tecnologías son las IoT, está viene creciendo de manera exponencial últimamente, ya que con esta se puede llegar a distintos ámbitos donde todavía no se podía implementar sistemas modernos, la como seria en el caso de agricultura, está actividad por lo general se trabaja de manera empírica, con las IoT se pueden optimizar y sistematizar funciones fundamentales para que esta práctica se haga de forma rápida, eficaz y con menos recursos humanos, por ende se mejoraría en tiempo y esfuerzo.

Un proyecto realizado para este campo, es un sistema de IoT para el monitoreo de cultivos protegidos, el cual consiste en recolectar información por medio de sensores que se comunican entre sí, de igual manera están conectados a un servidor, donde se guardara toda la información, con este proyecto se buscó la recopilar datos en tiempo real para su análisis, todo esto con el fin de que el agricultor pueda tomar decisiones con respecto a su cultivo [6].

Este tipo de tecnologías también se encuentra en el campo de la medicina y la salud, esto beneficia a pacientes como a médicos, ya que en el caso de los usuarios se puede tener un diagnóstico más acertado y de manera más rápida, de esta manera el medico a cargo puede brindar una atención pronta y puede llegar hasta salvar la vida del paciente. Un trabajo relacionado es el uso de smartphones con IoT para el monitoreo de pacientes, el cual consiste en una aplicación móvil que es la que se encarga del monitoreo, todos los datos recolectados se enviarán y guardarán a un servidor donde el medico a cargo puede observar dichos datos y ver como se encuentra el paciente en base a estos [8].

Este tipo de tecnologías se presta para un sin número de ideas para la implementación de sistemas donde antes no se podía o era muy costoso el hacerlo, también beneficia en gran medida a muchas personas para poder realizar actividades de mejor manera debido a que se ofrece más detalle e información sobre el desarrollo de la actividad en cuestión, gracias a esto se puede obtener mejores resultados, esto solo es el comienzo, se espera que en un futuro esta tecnología este implementada en la mayoría de campos de acción o toma de decisiones.

2. Materiales y Métodos

El objetivo de este proyecto fue determinar que variables ambientales pueden ser medidas a través de la tecnología IoT y desarrollar un sistema que permita un monitoreo constante de estas, las medidas tomadas serán visibles en tiempo real para el productor a través de una aplicación web. Si en cualquier momento alguna de las variables alcanza valores que se consideren peligrosos para el cultivo se le notificara al productor que se requiere su intervención para estabilizar dicha variable ambiental. La realización de este proyecto se hará en 4 etapas metodológicas enunciadas a continuación.

Obtención de resultados: La forma que se utilizará para obtener resultados del proyecto, es hacer entrevistar a los encargados de la producción piscícola en la Universidad de Córdoba para un posterior análisis a las respuestas que brindaron acerca del uso del dispositivo.

- Etapa 1: Establecer un acuerdo con la Universidad de Córdoba y pedir autorización para la utilización de los estanques disponibles y esta manera empezar la implementación del proyecto en los mismos.
- Etapa 2: Gestión y desarrollo del sistema a implementar, que ofrecerá el monitoreo constante de las variables ambientales y mostrará los datos en tiempo real.

El dispositivo (AQUALERT) se desarrolló con Arduino, específicamente un Arduino Uno que actúa como eje central y de mando en el dispositivo, este se encarga de dar las indicaciones a los sensores para que puedan capturar los valores de los parámetros presentes en el agua, de igual manera ordena a la SIM900 para que envíe los datos para su almacenamiento en una base de datos.

El aplicativo web se desarrolló con lenguaje de etiquetas HTML y de programación PHP, este se conectó a una base de datos creada con MySQL donde se almacenan los valores que captura el dispositivo, este aplicativo se alojó en un hosting para que el productor pueda visualizar los datos por la red de internet.

En la Figura 1, se puede apreciar la arquitectura del sistema:

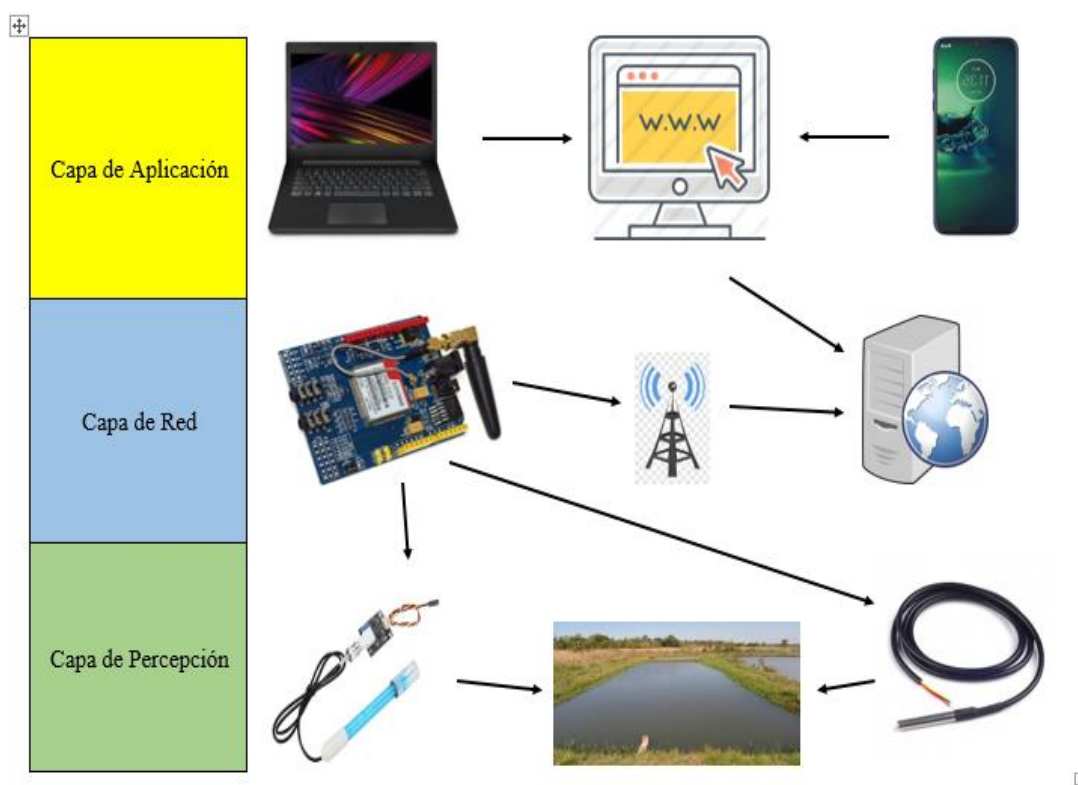


Figura 1. Arquitectura del sistema AQUALERT.
Fuente: Autores.

Donde la capa de aplicación que vendría siendo el aplicativo web y la capa percepción que son los sensores se comunican por medio de la capa de red, es decir, por medio de la SIM900, al momento de que todas las capas se empiecen a comunicar podremos observar que de esta manera el sistema funciona manera satisfactoria.

Terminado la programación y el montaje del dispositivo se obtuvo Figura 2-3:



Figura 2. Foto dispositivo AQUALERT.
Fuente: Autores.

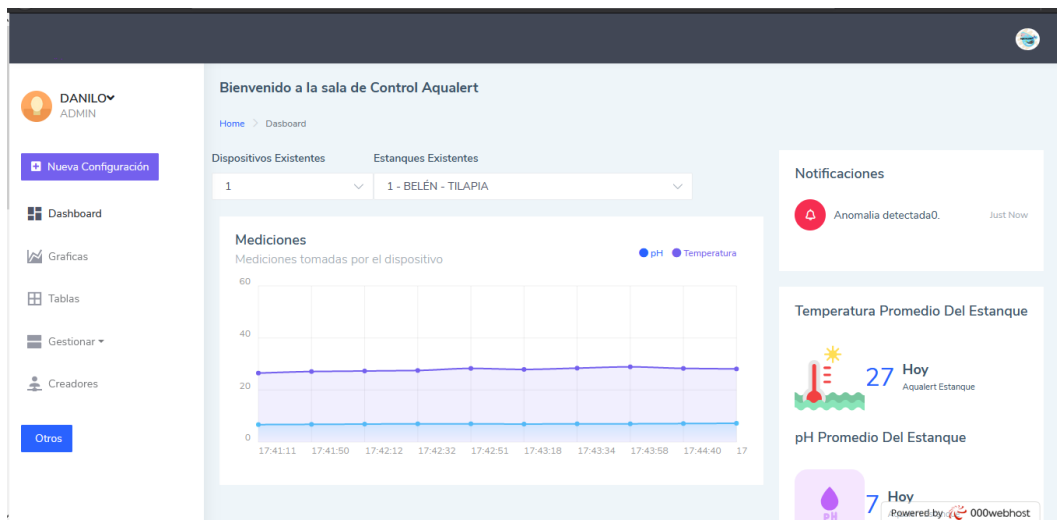


Figura 3. Aplicativo web AQUALERT.
Fuente: Autores.

Y de esta manera concluimos la 2da etapa con el dispositivo y el aplicativo web terminado y en funcionamiento.

- Etapa 3: Implementación del proyecto en los estanques de la Universidad de Córdoba y capacitación a los encargados sobre el uso del sistema.

Al concluir con el desarrollo del sistema pasamos a implementarlo en los estanques, se llevó el dispositivo sobre un flotador de plástico a uno de estos y se dejó por 7 horas para que capture los valores de los parámetros ambientales presentes en el agua cada 30 minutos por 4 días consecutivos (Figura 4).



Figura 4. Foto dispositivo AQUALERT en estanque.
Fuente: Autores.

- Etapa 4: Recolección de resultados y conclusiones del proyecto.

3. Resultados

Las pruebas realizadas se hicieron estanques ubicados en el corregimiento de Tierradentro localizado al sur del departamento de Córdoba el día 3 de mayo del año 2021, Dichos estanques son propiedad de la asociación de productores piscícolas de Tierradentro ASPROPISAT (Figura 5). Antes de entrar a la fase de pruebas del sistema se realizó una recolección de parámetros presentes en el agua de manera manual (tirillas de pH).



Figura 5. Foto Estanque piscícola.
Fuente: Autores.

Estas tirillas al entrar en contacto con cualquier líquido cambian de color gracias a sus componentes e indican el pH aproximado que la sustancia posee dependiendo del color que tome la tirilla se revisa en la escala que suministra el fabricante.

Nota: las tirillas deben ser verificadas en la escala de colores que suministra el fabricante de estas, debido a que no todas las escalas son iguales.

Los resultados obtenidos por este método se aprecian en la Tabla I:

Tabla I. Valores obtenidos por tirillas pH

Mayo 3	Mayo 4	Mayo 5	Mayo 7
6	7	6	7
6	7	6	7
7	7	6	7
7	6	7	7
7	7	7	6
7	6	7	7
7	7	6	2
7	7	6	2

Fuente: Autores.

Como se expresó anteriormente se inició la fase de pruebas el día 3 de mayo del 2021, se instaló el dispositivo AQUALERT en un estanque piscícola y concluyó el día 7 de mayo del año 2021. Obtuvimos los siguientes resultados (Tabla II-III):

Tabla II. Valores obtenidos por el Sistema AQUALERT (pH)

Mayo 3	Mayo 4	Mayo 5	Mayo 7
6.9	6.7	6.8	6.8
6.9	6.7	6.8	6.9
7.1	6.7	6.9	6.9
7.1	6.8	6.9	7.0
7.1	6.8	6.9	7.0
	6.8	7.0	7.1
	6.9	7.0	2.4
	6.9	7.1	2.3

Fuente: Autores.

Tabla III. Valores obtenidos por el Sistema AQUALERT en °C (Temperatura)

Mayo 3	Mayo 4	Mayo 5	Mayo 7
27.2	25.9	26.8	27.3
26.9	26.2	27.1	27.7
26.8	26.3	27.4	28.0
26.5	26.6	27.7	28.2
26.4	26.7	28.1	28.3
	26.9	28.2	28.2
	27.2	28.4	28.5
	27.5	28.4	28.6

Fuente: Autores.

Al momento de encender el dispositivo los sensores capturan los parámetros presentes en el agua y los envía a la base de datos para ser almacenados, dichos datos se ven reflejados en el aplicativo web asociado al dispositivo.

El uso de herramientas tecnológicas para mejorar la eficiencia con la que se realiza una actividad es indiscutible, debido a que reduce el esfuerzo y el margen de error que se podría presentar en el desarrollo normal de la tarea.

Una tecnología que utiliza estas herramientas para su implementación es la IoT, esta se caracteriza por buscar la interconexión de diversos dispositivos tecnológicos, para brindar un mayor volumen de información buscando facilitar la toma de decisiones.

En este proyecto el uso de la tecnología IoT permite a personas que se dediquen a la acuicultura tomar decisiones con respecto al cultivo de manera más ágil, debido a que una alteración en las condiciones del agua por un tiempo prolongado puede causar la pérdida total del cultivo. Las pruebas realizadas permiten afirmar que el uso de IoT en la acuicultura contribuye en gran manera a mantener bajo control variables ambientales que debido a su impacto puede considerarse letales para la producción.

Conclusiones

El uso del sistema AQUALERT permite el monitoreo permanente de los parámetros ambientales presentes en el agua del estanque piscícola, de igual manera se pueden visualizar todos estos parámetros en tiempo real.

AQUALERT en comparación con los métodos de adquisición que se emplean actualmente, es mucho más eficaz en tiempo y precisión al momento de capturar los valores de pH y temperatura, teniendo en cuenta que, nuestro sistema monitorea el estado del agua de forma permanente las 24 horas del día, con lo cual realizar esto de forma manual se haría muy tedioso y no se tendrían resultados exactos.

La tecnología IoT se puede implementar en la piscicultura de manera exitosa, obteniendo resultados alentadores y mejorando la toma de decisiones con respecto al cultivo en base a los riegos que se pueden ocasionar por el estado del agua.

Los valores normales para el cultivo de cachamas oscilan entre 25°C y 30°C de temperatura y 6.5 a 7.5 de pH, si no se cumplen estos valores, podría afectar al cultivo en crecimiento y calidad.

Referencias

- [1] ASHTON, K. That 'Internet of Things' Thing . <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>, 2009.
- [2] Bonilla, I., Arturo, T., Morles, M., Guajardo, L., & Laines, C. Iot, El Internet De Las Cosas Y La Innovación De Sus Aplicaciones. VinculTégica EFAN, 1, 2313–2340, 2016.
- [3] Gómez, J. E., Castaño, S., Mercado, T., Fernandez, A., & Garcia, J. Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos. Ingeniería e Innovación, 5(1), 2017.
- [4] Gómez, J., Oviedo, B., & Zhuma, E. Patient monitoring system based on internet of things. Procedia Computer Science, 83, 90-97, 2016.
- [5] Fiorella, K. J., Okronipa, H., Baker, K., & Heilpern, S. Contemporary aquaculture: implications for human nutrition. Current Opinion in Biotechnology, 70, 83–90., 2021. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.11.014>

- [6] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- [7] Hadipour, M., Farrokhi, J., & Aghazadeh, M. (2020). An experimental setup of multi-intelligent control system (MICS) of water management using the Internet of Things (IoT). *ISA Transactions*, 96, 309–326, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2019.06.026>
- [8] OCDE. OECD Glossary of Statistical Terms - Environmental indicator Definition, 2001 <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=830>
- [9] Red Hat. (n.d.). ¿Qué es la arquitectura orientada a los servicios? Retrieved March 17, 2021, from <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-native-apps/what-is-service-oriented-architecture>
- [10] Rodríguez Gómez, H., & Escobar, E. A. (n.d.). Capítulo 111. LA CALIDAD DEL AGUA Y LA PRODUCTIVIDAD DE UN ESTANQUE EN ACUICULTURA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Retrieved March 16, 2021.
- [11] Suresh, M., Muthukumar, U., & Chandapillai, J. A Novel Smart Water-Meter based on IoT and Smartphone App for City Distribution Management. 1–5.
- [12] Tziortzioti, C., & Mavrommati, I. IoT sensors in sea water environment : Ahoy ! Experiences from a short summer trial. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 343, 117–130, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.04.014>