Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2026,
Volumen 10, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4

INTERNET DE LAS COSAS (IOT) APLICADO A LA ACUICULTURA DE PRECISIÓN: UN SISTEMA DE VIGILANCIA TÉRMICA CONTINUA PARA PECERAS DE PRODUCCIÓN.

INTERNET OF THINGS (IOT) APPLIED TO PRECISION AQUACULTURE: A CONTINUOUS THERMAL MONITORING SYSTEM FOR PRODUCTION FISH TANKS.

Ernestina Anguiano Bello
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala

José Chávez Solano
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala

María Guadalupe Villasana Salgado
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala

Ian Bernardo Pillado Román
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala

Ariel Vázquez Díaz
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4.25808

Internet de las Cosas (IoT) aplicado a la acuicultura de precisión: Un sistema de vigilancia térmica continua para peceras de producción.

Ernestina Anguiano Bello[1]
ernestina.anguiano@iguala.tecnm.mx
https://orcid.org/0000-0003-2859-4595
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala
Iguala de la Independencia – México

José Chávez Solano
jose.chavez@iguala.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0001-8436-0083
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala
Iguala de la Independencia – México

María Guadalupe Villasana Salgado
22670010@iguala.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0008-7579-1819
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala
Iguala de la Independencia – México

Ian Bernardo Pillado Román
22670007@iguala.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0005-4854-2217
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala
Iguala de la Independencia – México

Ariel Vázquez Díaz
22670036@iguala.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0004-0816-1105
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iguala
Iguala de la Independencia – México

RESUMEN

El presente trabajo expone el diseño e implementación de un sistema de monitoreo térmico en tiempo real para unidades de producción acuícola, fundamentado en los principios del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia de Negocios (Business Intelligence). A diferencia de los métodos de control convencionales, esta propuesta integra una arquitectura de hardware abierto basada en Arduino para la adquisición de datos y el uso de la base de datos de series temporales InfluxDB para el almacenamiento masivo y análisis. El sistema permite transformar variables físicas en información digital estructurada, facilitando la visualización de datos históricos y en tiempo real. Los resultados demuestran que la integración de estas tecnologías optimiza la supervisión de las condiciones biológicas, reduce el margen de error humano y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informada en la acuicultura de precisión.

Palabras clave: IoT, InfluxDB, Acuicultura de precisión, Monitoreo térmico.

[1] Autor principal
Correspondencia: ernestina.anguiano@iguala.tecnm.mx

Internet of Things (IoT) applied to precision aquaculture: A continuous thermal monitoring system for production fish tanks.

ABSTRACT

This paper presents the design and implementation of a real-time thermal monitoring system for aquaculture production units, based on the principles of the Internet of Things (IoT) and Business Intelligence. Unlike conventional control methods, this proposal integrates an open hardware architecture based on Arduino for data acquisition and the use of the InfluxDB time-series database for mass storage and analysis. The system transforms physical variables into structured digital information, facilitating the visualization of historical and real-time data. The results demonstrate that the integration of these technologies optimizes the monitoring of biological conditions, reduces the margin of human error, and provides a solid foundation for informed decision-making in precision aquaculture.

Keywords: IoT, InfluxDB, Precision Aquaculture, Thermal Monitoring, Business Intelligence

Artículo recibido 14 julio 2026
Aceptado para publicación: 21 agosto 2026

1. INTRODUCCIÓN.

La acuicultura se ha consolidado como un sector estratégico y fundamental para garantizar la seguridad alimentaria a nivel global. El éxito y la rentabilidad de las unidades de producción en este ámbito dependen de la capacidad de mantener condiciones biológicas estrictamente controladas dentro de los entornos acuáticos. Entre los diversos parámetros ambientales, la temperatura del agua destaca como una de las variables físicas más críticas, ya que incide de manera directa en el metabolismo, la tasa de alimentación, el desarrollo y la supervivencia de especies de alto valor comercial, como la tilapia.

Tradicionalmente, la supervisión de estas condiciones en las peceras de producción se ha llevado a cabo mediante métodos de medición manuales y periódicos. Sin embargo, estas prácticas convencionales presentan limitaciones significativas: dependen en gran medida del factor humano, poseen un margen de error considerable y carecen de la inmediatez necesaria para registrar fluctuaciones térmicas repentinas. Esta falta de visibilidad continua impide una respuesta temprana ante anomalías, lo que a menudo se traduce en estrés biológico para los organismos y un riesgo elevado de pérdida económica en el ciclo productivo.

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo de este sistema de Internet de las Cosas (IoT) aplicado a la acuicultura de precisión fue el modelo tradicional en cascada, estructurado en cinco fases: requisitos, diseño, codificación, despliegue y verificación.

En la fase de requisitos, se recopilaron los lineamientos técnicos y biológicos necesarios para establecer un monitoreo térmico continuo en el cultivo de tilapia, considerando las variaciones térmicas críticas en la región de Iguala. Se identificó la necesidad de una arquitectura de telemetría de baja latencia capaz de registrar ciclos nictemerales sin interrupciones. Durante esta etapa se definieron las tecnologías a utilizar, estableciendo un entorno de hardware basado en Arduino y sensores DS18B20, junto con una infraestructura en la nube mediante InfluxDB Cloud sobre AWS.

Posteriormente, en la fase de diseño, se elaboraron los esquemas lógicos para la captura persistente de datos y la interfaz de usuario. Se definió un estilo visual Dark Futuristic para la aplicación en Kodular, priorizando la legibilidad del monitoreo en tiempo real dentro del Dashboard y el Historial. En esta etapa se normalizó la estructura de la base de datos de series temporales, configurando los campos de

temperatura para asegurar que la vigilancia fuera verdaderamente continua y consultable mediante lenguaje Flux.

En la fase de codificación, se implementaron las funcionalidades programadas tanto en el firmware del microcontrolador como en la lógica de bloques de la aplicación. Se desarrolló el código en Arduino IDE para la gestión del protocolo OneWire y la sincronización con servidores NTP, garantizando que cada dato de vigilancia tuviera una marca de tiempo precisa. Paralelamente, se estructuró el procesamiento de listas en la aplicación móvil, asegurando que la conversión de zonas horarias y el filtrado de alertas térmicas operaran bajo los estándares de precisión definidos.

La fase de despliegue consistió en el ensamblaje físico del nodo sensor sobre un protoboard de pruebas y su instalación en las peceras de producción. Se realizaron los ajustes de conectividad necesarios para garantizar que el flujo de datos desde el sensor hacia la instancia de InfluxDB en AWS fuera ininterrumpido. Durante esta etapa, se validó la comunicación entre el hardware y la interfaz móvil, asegurando la disponibilidad total del sistema de monitoreo en la red local.

Finalmente, en la fase de verificación, se llevaron a cabo pruebas de campo para asegurar el correcto desempeño del sistema en condiciones reales de uso dentro de las peceras de producción. Se evaluó la estabilidad del monitoreo térmico durante los periodos de mañana, tarde y noche, validando que el sistema respondiera eficazmente a las fluctuaciones del entorno. Se entiende que los objetivos definidos se alcanzaron satisfactoriamente, consolidando una herramienta funcional de acuicultura de precisión respaldada por una infraestructura IoT robusta.

3. Desarrollo

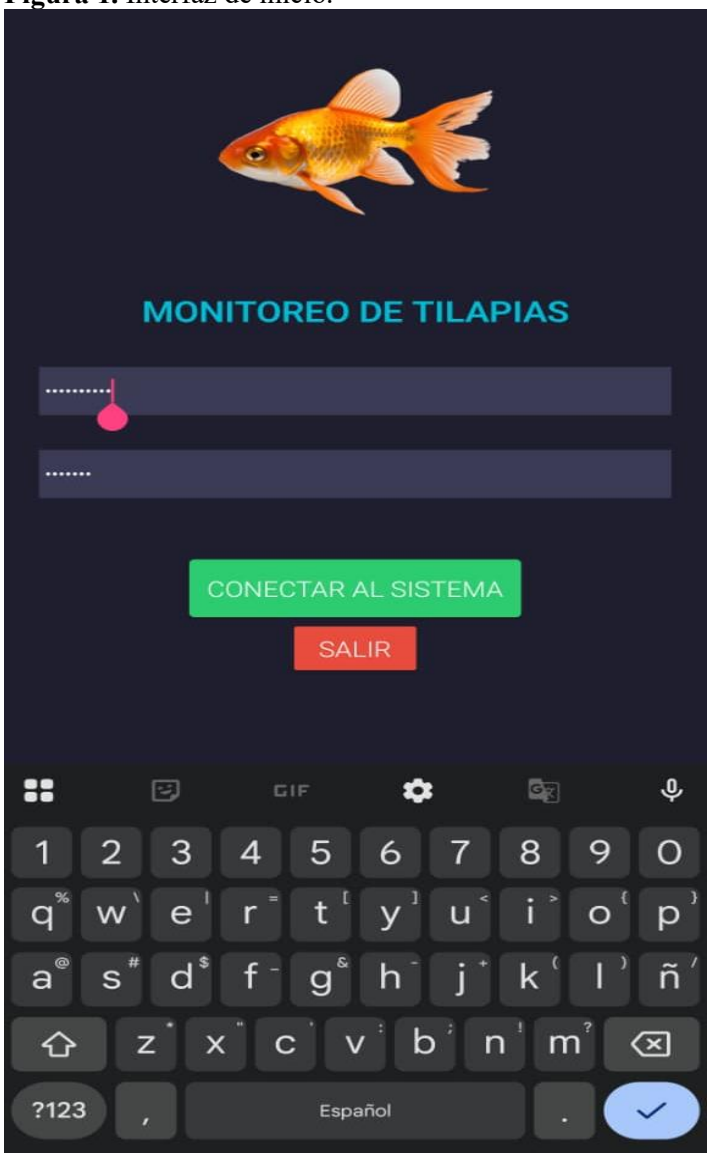
Para el desarrollo del sistema de monitoreo térmico se utilizó un nodo sensor basado en un microcontrolador compatible con el entorno Arduino junto con una sonda sumergible DS18B20 ya disponible para las pruebas de acuicultura de precisión, lo que permitió realizar la lectura y transmisión de telemetría directamente hacia la nube mediante el entorno de desarrollo Arduino IDE y la biblioteca nativa de conexión. Asimismo, se integraron diversas librerías especializadas para la gestión del bus OneWire y la conversión digital de la temperatura con el componente DallasTemperature, con el objetivo de facilitar la adquisición de datos de series de tiempo y garantizar la sincronización cronológica mediante servidores NTP. En este sentido, se aprovechó la infraestructura de red

inalámbrica preexistente y el uso de dispositivos móviles locales como punto de acceso (hotspot), por lo que no fue necesario adquirir materiales físicos ni hardware de red adicional para el despliegue de las peceras de producción.

Con base en los diseños establecidos durante la fase de planificación, se implementaron las interfaces de la aplicación móvil en la plataforma Kodular empleando componentes lógicos y visuales bajo una paleta de diseño Dark Futuristic, cuidando rigurosamente aspectos de contraste, legibilidad y usabilidad en entornos de campo. Durante este proceso, surgieron ajustes necesarios derivados de la interacción práctica y las pruebas de transmisión con el hardware, lo cual llevó a modificar algunos elementos en la lógica de los bloques que, aunque planeados inicialmente, no resultaban viables en términos de eficiencia de memoria en el dispositivo móvil o acceso veloz a los datos masivos. Estos cambios permitieron optimizar la comunicación entre la interfaz de usuario del cliente y la base de datos distribuida en AWS a través de peticiones estructuradas en formato CSV, ajustando la frecuencia de solicitudes para mejorar drásticamente el tiempo de respuesta del sistema

La interfaz de inicio de sesión es donde el administrador inicia sesión ingresando sus credenciales de acceso para habilitar las funciones de supervisión, mostrada en la figura 1.

Figura 1. Interfaz de inicio.



El menú principal o Dashboard consiste en el fácil manejo y acceso de todas las funciones de monitoreo, donde se visualiza en tiempo real la temperatura de las peceras de producción por ser el factor crítico para el cuidado de los ejemplares. Como se muestra en la figura 2.

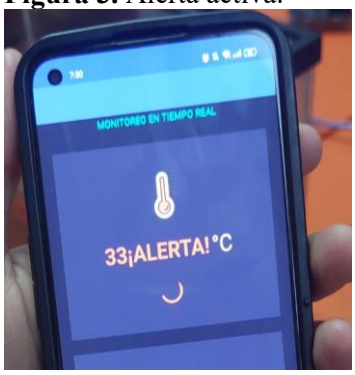
Figura 2. Temperatura en tiempo real.



Cuando el sistema automatizado detecta que alguna de las métricas ambientales se encuentra fuera de los rangos seguros establecidos, ya sea que marquen un estado alto o bajo debido a la actividad de los

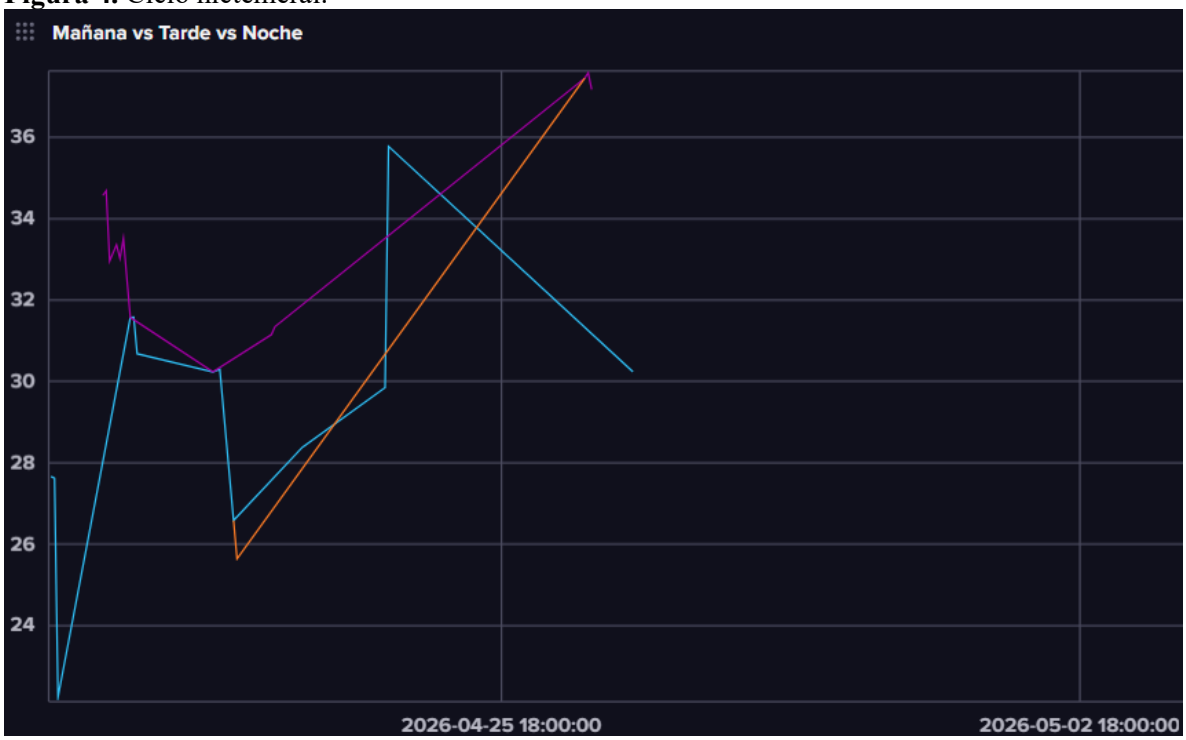
peces, las condiciones del entorno o la ubicación específica de los estanques, la aplicación móvil despliega inmediatamente una alerta activa en pantalla para notificar al operador técnico y facilitar una toma de decisiones inmediata, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Alerta activa.



Por otra parte, la consola de administración en la plataforma Cloud permite acceder al perfil avanzado de la base de datos de series temporales, donde se puede ajustar los rangos de retención y visualizar el comportamiento histórico masivo mediante consultas estructuradas en la base de datos Flux. En dicha interfaz se exhibe el comportamiento térmico del estanque de producción mediante una serie de tiempo donde el eje de las ordenadas (Y) representa la magnitud de la temperatura en grados Celsius, mientras que el eje de las abscisas (X) comprende el registro cronológico integral. Dentro de esta gráfica se analiza detalladamente el ciclo nictemeral, donde una línea azul detalla la fase de mañana o periodo de ascenso térmico, una línea naranja muestra la fase de tarde o punto máximo de calor, y una línea morada representa la fase de noche correspondiente al periodo de enfriamiento y estabilidad térmica en la producción acuícola. (figura 4).

Figura 4. Ciclo nictemeral.



El sistema de monitoreo fue probado de manera continua durante su implementación física y su fase de prototipado en protoboard para verificar su correcto funcionamiento y total compatibilidad con el flujo de trabajo diario de la producción acuícola. Estas pruebas empíricas permitieron detectar y corregir detalles menores de latencia en la transmisión inalámbrica y desfases temporales que no se habían previsto inicialmente en el código de Arduino, garantizando así una operación sumamente fluida, robusta y perfectamente acorde a las demandas de la acuicultura de precisión.

4. Resultados

A continuación, se enumeran los principales logros obtenidos durante el desarrollo e implementación del sistema:

- **Monitoreo térmico continuo** en tiempo real de las peceras mediante el sensor sumergible DS18B20 y el microcontrolador ESP32.
- **Detección temprana de anomalías** biológicas a través de alertas de temperatura alta y baja en la aplicación de Kodular.
- **Visualización interactiva de datos** mediante scripts en Flux que generan gráficas en tiempo real (temperatura) y una gráfica de ciclos (mañana, tarde y noche) en InfluxDB.

- **Almacenamiento seguro y ordenado** del historial masivo de lecturas en InfluxDB bajo el horario local de México.
- **Consulta remota de la telemetría** en la aplicación móvil para revisar de forma directa el comportamiento de la temperatura.
- **Capacitación técnica del equipo** en el manejo del dashboard de Kodular y la interpretación de datos en InfluxDB.

5. Conclusión o consideraciones finales

El sistema desarrollado representa una solución útil y adaptable para monitorear la temperatura de forma continua en las peceras de producción. Se entiende que el objetivo principal fue controlar la temperatura, ya que es el factor más importante para que las tilapias crezcan sanas. Sin embargo, el proyecto tiene potencial para mejorar en el futuro si se le conectan físicamente los sensores de pH y oxígeno, ya que las fórmulas y el código ya quedaron listos para recibirlos.

Para que el sistema funcione bien a largo plazo, es importante cuidar que el circuito ESP32 no pierda la conexión a internet y revisar constantemente las alertas en la aplicación de Kodular. Esto facilitará la toma de decisiones rápidas cuando la temperatura, o incluso el pH y el oxígeno, suban o bajen debido a los propios peces, al entorno o al lugar donde se encuentran.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Community. (2023, 24 octubre). Primeros pasos con Arduino e InfluxDB. *InfluxData*. https://www.influxdata.com/blog/getting-started-arduino-influxdb/

Medrano, K., Hernández, E., Tejada, R., & Moreno, A. (2024). Tecnologías IoT para el monitoreo de la calidad del agua en la acuicultura. *European Public & Social Innovation Review*, *10*, 1-16. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-929

Santos, S. (2024, 21 mayo). *ESP32: Getting Started with InfluxDB*. Random Nerd Tutorials. https://randomnerdtutorials.com/esp32-influxdb/

Villanueva Guzmán, J. C., Arias Peregrino, V. M., Gómez Domínguez, E., Reséndiz, P. Z., & López López, N. (2025). Gestión optimizada de datos acuícolas con IOT: Almacenamiento y

procesamiento en la nube. *IPSUMTEC*, *8*(2), 218-228. https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i2.434

AG Electrónica SAPI de CV. (2024, 9 de julio). *Sensor de temperatura a prueba de agua DS18B20*. https://agelectronica.lat/pdfs/textos/O/OKY3065-1.PDF

Mendoza Gamiño, A. (2020). *Monitoreo de las condiciones del agua en tiempo real para la piscicultura* [Presentación de diapositivas]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. https://dspace.uaeh.edu.mx/server/api/core/bitstreams/8cd64cf2-0ae5-40da-8e2d-6e64b762e5a9/content

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023, 13 de enero). Surveillance Data Analysis, Farmer Feedback and Technical Seminar on Tilapia Lake Virus. https://www.fao.org/in-action/aquatic-health-management-biosecurity/events/events-detail/surveillance-data-analysis-farmer-feedback-and-technical-seminar-on-tilapia-lake-virus/en

Organization of the United Nations. (2023, 10 de octubre). Increasing domestic demand in major producers. https://www.fao.org/in-action/globefish/news-events/news/news-detail/Increasing-domestic-demand-in-major-producers

Arduino. (s.f.). Language Reference. Recuperado el 14 de mayo de 2026, de https://docs.arduino.cc/language-reference/

Referencia de la librería cliente de Arduino para InfluxDB

InfluxData. (2025, 9 de abril). Arduino client library. https://docs.influxdata.com/influxdb3/enterprise/reference/client-libraries/v2/arduino/

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s.f.). Tilapia. Recuperado el 14 de mayo de 2026, de https://www.fao.org/in-action/globefish/species-analysis/tilapia/en

Water Quality Prediction for Smart Aquaculture Using Hybrid Deep Learning Models. (2022). IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore. https://ieeexplore.ieee.org/document/9789166

View of Technological innovations are driving precision aquaculture towards a future of transparent, automated, and sustainably efficient production. (s. f.). https://royalacademicpress.com/index.php/arj/article/view/37/48

Rastegari, H., Nadi, F., Lam, S. S., Ikhwanuddin, M., Kasan, N. A., Rahmat, R. F., & Mahari, W. A. W. (2023). Internet of Things in aquaculture: A review of the challenges and potential solutions based on current and future trends. *Smart Agricultural Technology*, *4*, 100187. https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100187

Tilapia Aquaculture in Mexico - Assessment with a focus on social and economic performance. (2021). En *FAO eBooks*. https://doi.org/10.4060/cb3290en

Fuentes-Pérez, J. F., & Sanz-Ronda, F. J. (2021). A Custom Sensor Network for Autonomous Water Quality Assessment in Fish Farms. *Electronics*, *10*(18), 2192. https://doi.org/10.3390/electronics10182192

Shetty, S., Pai, R. M., & Pai, M. M. M. (2018). Design and implementation of aquaculture resource planning using underwater sensor wireless network. *Cogent Engineering*, *5*(1), 1542576. https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1542576

(N.d.). Retrieved May 21, 2026, from http://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/admin,+8.pdf

Bravo Villalta, A. I., & Mendoza Aldaz, K. A. (2023). *Desarrollo de un sistema de control maestro esclavo utilizando PLC Logo y Arduino para aplicaciones inteligentes de un criadero de tilapias*

Encinas, T., & Saúl, E. (2026, January 23). *Diseño de un sistema automático para optimizar el crecimiento de truchas arcoíris en jaulas flotantes en el lago Titicaca, distrito de Conima*. Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/items/d58532ae-da6d-4c4e-8e60-8713071dd7b0