



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO
ELECTRÓNICO PARA MONITOREAR LA
CALIDAD DEL AMBIENTE EN GALPONES
DE CAVIA PORCELLUS**

**DESIGN OF AN ELECTRONIC DEVICE TO MONITOR
THE ENVIRONMENTAL QUALITY IN GUINEA PIG
SHEDS**

Carlos Julio Martínez Guamán

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar - Ecuador

Israel Antonio Orozco Manobanda

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar - Ecuador

William Patricio Tigse Bravo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador

Edison Guillermo Mullo Mullo

Alfa Soluciones Ingeniería - Ecuador

Edison David Mañay Chochos

Alfa Soluciones Ingeniería - Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11808

Diseño de un Dispositivo Electrónico para Monitorear la calidad del Ambiente en Galpones de Cavia Porcellus

Carlos Julio Martínez Guamán¹

c_martinez@istsb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6832-902X>

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar
Guayaquil - Ecuador

Israel Antonio Orozco Manobanda

i_orozco@istsb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2931-0240>

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar
Guayaquil - Ecuador

William Patricio Tigse Bravo

wptigse@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-0422-2549>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Sangolqui - Ecuador

Edison Guillermo Mullo Mullo

edisongmullom@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-9268-403X>

Alfa Soluciones Ingeniería
Salcedo - Ecuador

Edison David Mañay Chochos

edmanay@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0002-3447-2511>

Alfa Soluciones Ingeniería
Salcedo- Ecuador

RESUMEN

El estudio se centró en el desarrollo y la implementación de un dispositivo electrónico para monitorear las condiciones ambientales en un galpón de cuyes. Durante el período de prueba, el dispositivo registró datos significativos sobre temperatura, humedad y concentración de gas metano en el ambiente del galpón. Los registros de temperatura mostraron fluctuaciones notables, con valores que oscilaron entre 11.96 °C y 33.86 °C, y un promedio general de 19.16 °C. La humedad ambiental varió desde un máximo del 94.38% hasta un mínimo del 42.78%, con un promedio del 86.10%. Además, se registró la concentración de gas metano en el galpón, con valores que alcanzaron un máximo de 764.01 ppm, un mínimo de 17.42 ppm y un promedio de 252.51 ppm. Estos datos son cruciales para identificar posibles riesgos para la salud de los animales y tomar medidas preventivas. El dispositivo fue diseñado de manera económica, con un costo total de implementación de \$51.00, lo que lo hace accesible para su uso en entornos de cría de cuyes. El estudio demuestra la efectividad del dispositivo como herramienta para mejorar la gestión ambiental en la cría de cuyes, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones informadas y la optimización de las condiciones de crianza.

Palabras clave: monitoreo ambiental, crianza de cuyes, dispositivo electrónico, condiciones de crianza, gestión eficiente

¹ Autor principal.

Correspondencia: wptigse@espe.edu.ec

Design of an Electronic Device to Monitor the Environmental Quality in Guinea Pig Sheds

ABSTRACT

The study focused on the development and implementation of an electronic device to monitor environmental conditions in a guinea pig barn. During the testing period, the device recorded significant data on temperature, humidity, and methane gas concentration in the barn environment. Temperature records showed notable fluctuations, ranging from 11.96 °C to 33.86 °C, with an overall average of 19.16 °C. Ambient humidity varied from a maximum of 94.38% to a minimum of 42.78%, with an average of 86.10%. Additionally, methane gas concentration in the barn was recorded, with values reaching a maximum of 764.01 ppm, a minimum of 17.42 ppm, and an average of 252.51 ppm. These data are crucial for identifying potential health risks for the animals and taking preventive measures. The device was designed economically, with a total implementation cost of \$51.00, making it accessible for use in guinea pig breeding environments. The study demonstrates the effectiveness of the device as a tool to improve environmental management in guinea pig breeding, providing valuable information for informed decision-making and optimization of breeding conditions.

Keywords: environmental monitoring, guinea pig breeding, electronic device, breeding conditions, efficient management

Artículo recibido 11 mayo 2024

Aceptado para publicación: 22 junio 2024



INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor mamífero nativo de la región andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Generalmente, su crianza está a cargo de personas en áreas rurales, la mayoría de ellas campesinas. Este animal es un alimento de alto valor nutritivo que ayuda a garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de bajos ingresos (Delgado Acurio, 2021).

Según Cruzado Benavides, (2023), la crianza de cuyes genera trabajos autosostenibles, especialmente para mujeres dedicadas al hogar, mejorando así la economía familiar. Además, contribuye a la soberanía alimentaria y disminuye la desnutrición crónica en los niños de estas familias.

Sin embargo, la producción de cuyes se realiza de forma artesanal debido a la falta de tecnificación de este sector (Barco-Jiménez et al., 2021). Uno de los problemas identificados en la cría de estos animales es la pérdida de peso, estrés y en el peor de los casos, la muerte. La ausencia de registros de las condiciones ambientales en las que se desarrollan los cuyes impide la implementación de soluciones técnicas adecuadas.

Ortega Benavides & Silva Gallo, (2018) propusieron implementar una nueva metodología de producción más técnica y acondicionada para galpones de cría de cuyes. Su propuesta busca mejorar las condiciones ambientales y sanitarias, lo cual resultaría en productos de mejor calidad, ciclos de producción más rápidos y una reducción en el porcentaje de mortalidad.

En su estudio Huillcacuri Torres, (2023) evaluó los factores ambientales del galpón de cuyes con el objetivo de analizar las condiciones ambientales en las instalaciones de crianza. Esto se realizó mediante mediciones de temperatura, humedad relativa y la emisión de gases como dióxido de carbono, metano y amoníaco. Para medir la temperatura y la humedad relativa a nivel de las pozas, utilizaron registradores de datos Testo 174H. La emisión de gases de amoníaco, metano y dióxido de carbono fue medida utilizando un sensor de calidad del aire manual Aeroqual S500. Se determinó que la temperatura mínima estaba entre 13°C, la normal entre 16-18°C y la máxima superaba los 23°C. La humedad relativa mínima se ubicó entre 30-40%, la normal entre 55-65% y la máxima entre 70-80%. Las emisiones promedio de dióxido de carbono, metano y amoníaco fueron 630.878 ± 188.88 , 5.715 ± 6.54 y 11.379 ± 3.86 ppm, respectivamente. También Jahuira Arias et al., (2022) analizaron la relación entre la temperatura (T), la humedad relativa (HR) y el índice de temperatura-humedad (ITH) con la mortalidad y el peso corporal

de cuyes (*Cavia porcellus*) de la línea sintética en Moquegua, Perú. Los resultados mensuales de T, HR e ITH mostraron cambios altamente significativos ($p < 0,001$), así como diferencias significativas en el peso entre machos y hembras ($p < 0,05$).

Gonzalo Oré, (2020) en su investigación, implementó un sistema automático que regula la exposición diaria al amoníaco, la temperatura y la humedad dentro de niveles permisibles en un galpón de cuyes. Los resultados demostraron que mantener estos factores ambientales dentro de los rangos aceptables mejora la productividad y la reproducción de los cuyes, además de reducir la incidencia de enfermedades respiratorias e infecciosas en el galpón.

Guilcapi Mosquera & Freire Barreno, (2023) diseñaron un prototipo que fue implementado en el cantón Quero, en la provincia de Tungurahua, en la finca de la familia Barreno. Este prototipo monitorea variables cruciales para el desarrollo adecuado de los cuyes, como temperatura, humedad, luminosidad, calidad del aire y turbidez. La arquitectura del prototipo se basa en tecnología IoT, utilizando microcontroladores Arduino y ESP8266 como unidades de procesamiento. Estos microcontroladores recopilan datos de los sensores y los transmiten a un servidor central en la nube de Google Platform, conectado con Ubidots. Las pruebas de funcionamiento del prototipo permitieron corroborar el crecimiento de los cuyes durante las etapas de desarrollo y engorde. Además, se consideraron las normas de Agrocalidad y las normas ISO en su construcción.

Arias Poma & Araujo Mucha, (2013), propusieron un sistema automatizado de control de temperatura y humedad con la plataforma Labview para prevenir enfermedades respiratorias tipo neumónico en la crianza de cuyes en el distrito de Vilca. La investigación, de naturaleza tecnológica, concluyó que la implementación del sistema de control automatizado de temperatura y humedad tiene un impacto significativo en la prevención de enfermedades respiratorias neumónicas en los cuyes.

Problemática

En la comunidad de Chirinche Bajo, situada en el área rural del cantón Salcedo en Ecuador, la cría de cuyes es una práctica tradicional que desempeña un papel crucial en la economía local (Patricio et al., 2024). En esta localidad, la cría de cuyes se realiza de manera artesanal y no está tecnificada. En ocasiones, hay problemas de enfermedades debido a las condiciones ambientales, y no se cuenta con registros de temperatura, humedad y exposición al gas metano a las que están expuestos los cuyes. Por

ello, se propone el diseño e implementación de un dispositivo electrónico para monitorear la calidad del ambiente en el galpón de cuyes ubicado en la localidad.

La estructura de la investigación sigue el siguiente esquema: en la sección II se detalla la metodología empleada para diseñar el dispositivo electrónico, así como la descripción de los elementos utilizados y la implementación en el galpón. Posteriormente, en la sección III se presentan los resultados obtenidos de la implementación del dispositivo. Finalmente, en la sección IV se analizan y presentan las conclusiones correspondientes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de tipo aplicada y descriptiva, utilizando la metodología de la Estructura de Descomposición del Trabajo, que permite desglosar los proyectos en componentes individuales (Mañay et al., 2022). Esta metodología facilita la gestión del proyecto al dividirlo en partes manejables y establece claramente los límites y el alcance del proyecto.

Para el desarrollo, se han identificado cinco etapas de trabajo, las cuales se ilustran en la Figura 1.

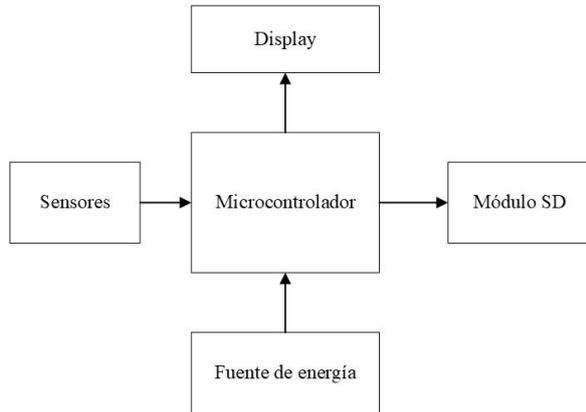
Figura 1. Metodología de trabajo aplicado



Desarrollo del dispositivo electrónico

Se desarrollará un dispositivo electrónico capaz de monitorear la temperatura, humedad y el gas metano (CH₄). Este dispositivo se instalará en el galpón de cuyes para registrar las variables mencionadas y posteriormente analizar las condiciones ambientales en las que se desarrollan los animales. En la Figura 2, se presenta la arquitectura del dispositivo electrónico.

Figura 2. Arquitectura del dispositivo electrónico



Tecnologías necesarias para el diseño del dispositivo electrónico

En el contexto de un proyecto de investigación, es posible utilizar tecnologías de código abierto como componentes para el diseño de diversos sistemas. A continuación, se presentan algunos conceptos y características de las tecnologías que se emplearán en el dispositivo electrónico.

NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 es una plataforma de desarrollo similar a Arduino, enfocada en el Internet de las cosas (IoT). La placa NodeMcu v2 ESP8266 utiliza el módulo ESP-12E, basado en el chip Wi-Fi ESP8266. Integra un convertor USB-Serial TTL CP2102 y un conector micro-USB para programación y comunicación con una PC. Diseñada para montaje en protoboard o soldada sobre una placa, la NodeMcu v2 tiene un regulador de voltaje de 3.3V, permitiendo la alimentación directa desde el puerto micro-USB o mediante los pines 5V y GND. Los pines GPIO operan a 3.3V, requiriendo convertidores de nivel para sistemas de 5V.

La plataforma ESP8266 soporta múltiples lenguajes de programación, incluidos Arduino, Lua, MicroPython, C/C++ y Scratch. Utilizando el entorno Arduino, los desarrolladores pueden beneficiarse de un lenguaje familiar, un IDE fácil de usar y una amplia comunidad de apoyo. En la Figura 3, se presenta el Módulo NodeMCU.

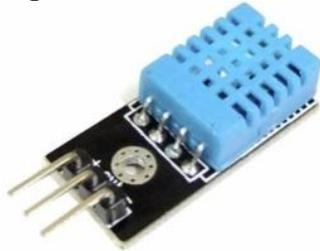
Figura 3. Modulo NodeMCU



Sensor de temperatura y humedad relativa DHT11

El DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de bajo costo y fácil uso. Integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital. En la Figura 4, se presenta el sensor DHT11.

Figura 4. Sensor DHT11



Sensor MQ-4 Detector de gas metano

El MQ-4 Detector de Gas Metano es un sensor electro-químico que varía su resistencia al estar en contacto con gas metano, gas natural y gas LP. El módulo incluye un circuito electrónico para su conexión con tarjetas de desarrollo, ofreciendo salidas analógica y digital. Es ideal para detectar o medir la concentración de metano (CH₄) en un rango de 200 a 10,000 ppm, y se utiliza frecuentemente en equipos de detección de fugas de gas en aplicaciones domésticas e industriales.

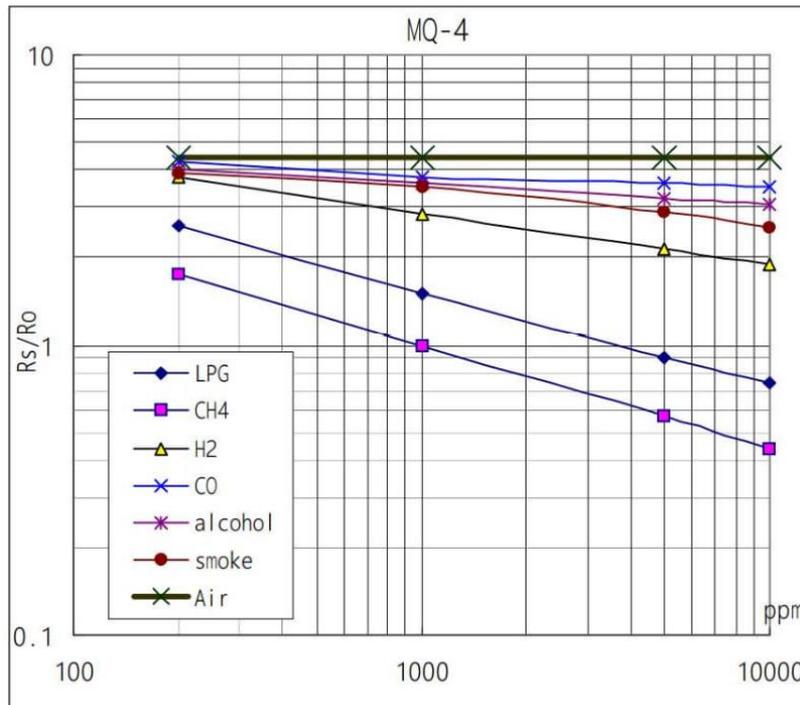
Figura 5. Sensor MQ-4 Detector de gas metano



Curva característica de sensibilidad

Los módulos MQ son sensibles a varios gases, reaccionando de manera diferente a cada uno. Por ello, para obtener valores precisos de la concentración del gas medido, es necesario realizar un proceso de escalado mediante software, utilizando la curva característica de sensibilidad mostrada en la Figura 6.

Figura 6. Curva característica de sensibilidad del MQ-4



Módulo Tarjeta Micro SD

El lector de memorias Micro SD compatible con Arduino permite leer o guardar información en una tarjeta micro SD mediante el chip LVC125A. Funciona con un voltaje de 3.3V o 5V.

Figura 7. Módulo Tarjeta Micro SD



Módulo adaptador LCD a I2C

El módulo adaptador LCD a I2C se basa en el controlador PCF8574, que actúa como un expansor de entradas y salidas digitales controlado por I2C. Este módulo, diseñado específicamente para controlar un LCD alfanumérico, tiene una dirección I2C predeterminada que puede ser 0x3F o, en algunos casos, 0x27.

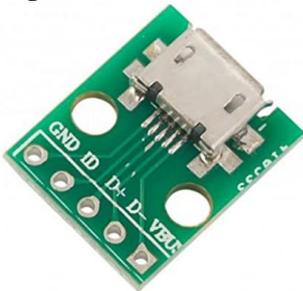
Figura 8. Módulo adaptador LCD a I2C



Módulo de suministro de energía de 5V para protoboard con Micro USB

Placa con conector microUSB y todos los pines accesibles, 5V y datos, se muestra en la Figura 9.

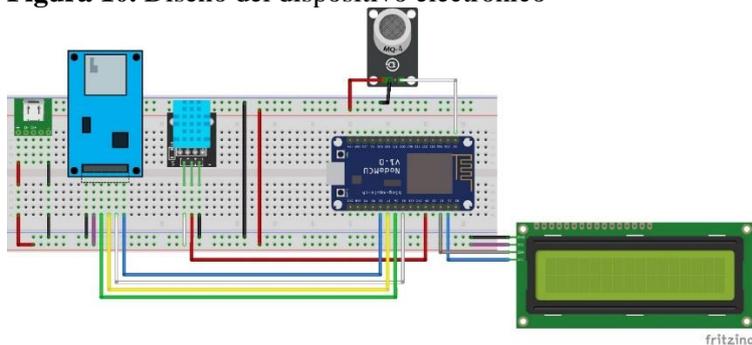
Figura 9. Módulo de suministro de energía de 5V para protoboard con Micro USB



Diseño del dispositivo electrónico

Revisada la selección de los elementos tecnológicos que se utilizarán, se procede a realizar el diseño en el software Fritzing. Este programa facilita la creación de esquemas electrónicos y la simulación de los circuitos. En la Figura 10 se presenta el diseño propuesto, que incluye todas las conexiones y componentes necesarios para implementar el dispositivo de monitoreo ambiental en los galpones de cuyes. Este diseño permite visualizar cómo se integran los diferentes módulos y sensores en un sistema cohesivo.

Figura 10. Diseño del dispositivo electrónico

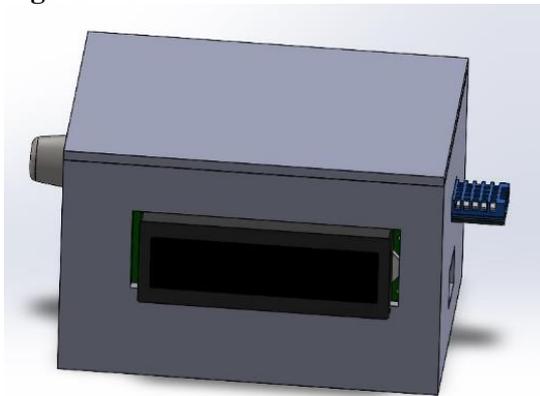


Diseño en 3D de la Carcasa para el Dispositivo de Monitoreo

El diseño de la caja en 3D es una etapa crucial en el desarrollo del dispositivo de monitoreo ambiental. Utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD) Solidworks, se modela una carcasa que albergará todos los componentes electrónicos. Se tienen en cuenta aspectos como la disposición de los sensores, la ubicación de los puertos de alimentación.

El diseño en 3D ofrece una visualización detallada y versátil de la caja desde múltiples ángulos, permitiendo ajustes precisos antes de la fabricación. Esta metodología disminuye los costos y tiempos de desarrollo. Tras finalizar el diseño, se genera un archivo STL para la impresión 3D. La Figura 11 muestra el diseño tridimensional.

Figura 11. Diseño de la carcasa en 3D



Implementación del dispositivo electrónico

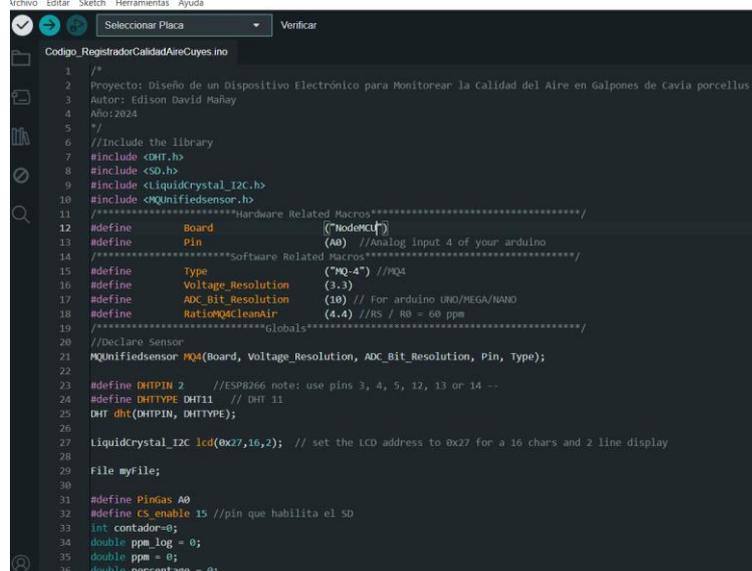
Después de completar el diseño, se avanza hacia la implementación del circuito electrónico en un protoboard, como se ilustra en la Figura 12. Este paso implica la colocación física de los componentes electrónicos en el protoboard siguiendo el diseño previamente establecido. Es crucial asegurarse de que todas las conexiones estén bien establecidas y de que no haya errores de cableado que puedan afectar el funcionamiento del dispositivo.

Figura 12. Implementación del circuito electrónico en Protoboard



Una vez implementado el circuito electrónico en el protoboard, se procede a desarrollar el algoritmo en el IDE de Arduino. Este algoritmo establece la funcionalidad del equipo, centrándose principalmente en la captura de las señales de los sensores DHT11 (para temperatura y humedad) y MQ-4 (para detectar gas metano CH₄). Se acondiciona la señal del MQ-4 de acuerdo con las curvas de sensibilidad mostradas en la Figura 6. Posteriormente, se establece la funcionalidad para almacenar estos datos cada 10 minutos en la tarjeta micro SD a través del módulo SD. Finalmente, los datos monitoreados se muestran en la pantalla LCD. En la Figura 13 se presenta un extracto del código desarrollado.

Figura 13. Extracto del código desarrollado



```
1 /*
2 Proyecto: Diseño de un Dispositivo Electrónico para Monitorear la Calidad del Aire en Galpones de Cavia porcellus
3 Autor: Edison David Mañay
4 Año: 2024
5 */
6 //include the library
7 #include <DHT.h>
8 #include <SD.h>
9 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
10 #include <MQUnifiedsensor.h>
11 //*****Hardware Related Macros*****
12 #define Board (NodeMCU)
13 #define Pin (A0) //Analog input 4 of your arduino
14 //*****Software Related Macros*****
15 #define Type ("MQ-4") //MQ4
16 #define Voltage_Resolution (3.3)
17 #define ADC_Bit_Resolution (10) // for arduino UNO/MEGA/NANO
18 #define RatioQCleanAir (4.4) //RS / R0 = 80 ppm
19 //*****Globals*****
20 //Declare Sensor
21 MQUnifiedsensor MQ4(Board, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution, Pin, Type);
22
23 #define DHTPIN 2 //ESP8266 note: use pins 3, 4, 5, 12, 13 or 14 --
24 #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
25 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
26
27 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
28
29 File myfile;
30
31 #define PinGas A0
32 #define CS_enable 15 //pin que habilita el SD
33 int contador=0;
34 double ppm_log = 0;
35 double ppm = 0;
36 double percentage = 0;
```

La etapa de ensamblaje definitivo del dispositivo se lleva a cabo una vez que se ha completado la implementación en el protoboard y se ha verificado su funcionalidad. Este proceso implica la colocación de todos los componentes electrónicos dentro de la caja impresa en polímero PLA, asegurando que estén correctamente conectados y dispuestos según el diseño previamente establecido. En la Figura 14 se muestra el resultado del ensamblaje, proporcionando una visualización completa del dispositivo ya listo para su uso.

Figura 14. Ensamblaje del dispositivo en la caja impresa en polímero PLA



Después de que el equipo está completamente ensamblado y funcional, se procede a su instalación en el galpón de cuyes. Para alimentar el dispositivo, se utiliza un cargador de celular estándar con un cable que cuenta con un conector tipo micro USB, proporcionando así una alimentación de 5V. En la Figura 15 se ilustra la instalación del dispositivo en el galpón de cuyes, mostrando cómo se integra en el entorno de crianza.

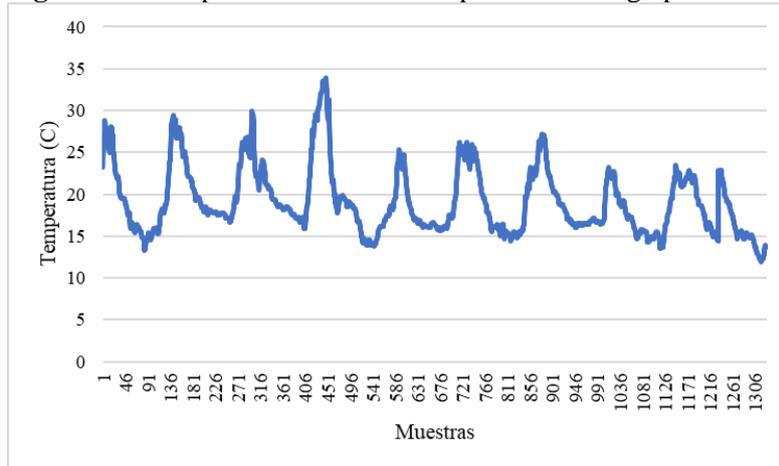
Figura 15. Implementación del dispositivo en el Galpón de Cuyes



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El dispositivo se instaló el 25 de abril de 2024 y se mantuvo operativo hasta el 18 de mayo de 2024. Durante este período, los datos recopilados se almacenaron en un archivo de texto en la memoria micro SD y posteriormente se analizaron utilizando una hoja de cálculo en Excel. La Figura 16 muestra el comportamiento de la temperatura en el galpón durante este período.

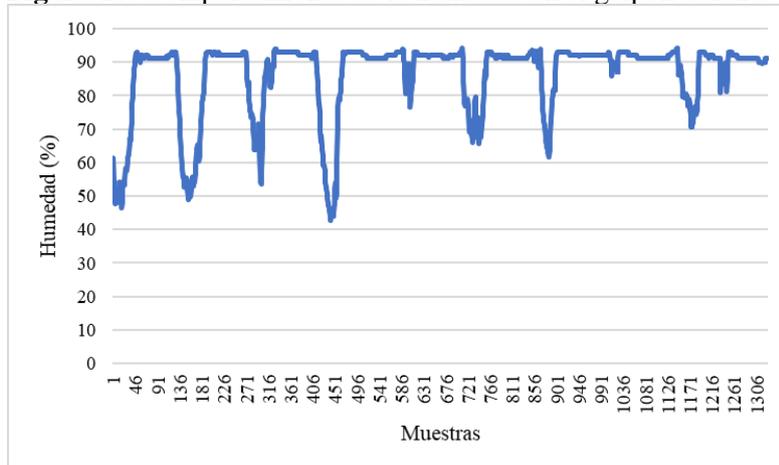
Figura 16. Comportamiento de la temperatura en el galpón durante el período de monitoreo



La Figura 16 revela fluctuaciones significativas en la temperatura dentro del galpón durante el período de observación. Se observan variaciones que oscilan entre un máximo de 33.86 °C y un mínimo de 11.96 °C, con un promedio general de 19.1579383 °C. Estos datos resaltan la importancia de monitorear de cerca las condiciones ambientales para garantizar un entorno óptimo para la cría de cuyes.

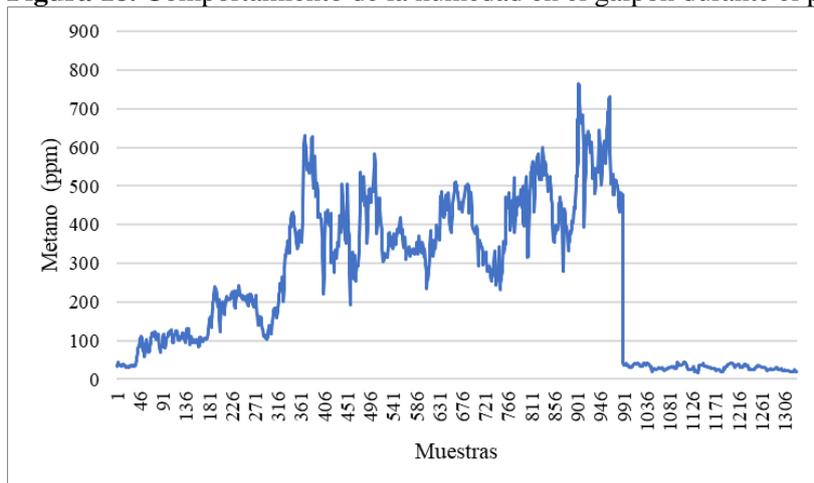
En la Figura 17 se muestra el comportamiento de la humedad ambiente, revelando fluctuaciones notables durante el período de observación. Los datos muestran que la humedad alcanza un máximo del 94.38% y desciende hasta un mínimo del 42.78%, con un promedio general del 86.10%.

Figura 17. Comportamiento de la humedad en el galpón durante el período de monitoreo



Finalmente, se monitoreó la concentración de gas metano en el galpón de cuyes, registrando un máximo de 764.01 ppm, un mínimo de 17.42 ppm y un promedio de 252.51 ppm. En la Figura 18 se muestra el comportamiento del gas metano en el galpón a lo largo del período de observación.

Figura 18. Comportamiento de la humedad en el galpón durante el período de monitoreo



Costos de implementación

En la Tabla 1 se detalla la inversión necesaria para la implementación del dispositivo electrónico destinado al monitoreo de las condiciones ambientales en el galpón de cuyes.

Tabla 1. Inversión para implementación del dispositivo

Detalle	Cantidad	Costo Total
NodeMCU ESP8266	1	\$ 9.0
Modulo SD	1	\$ 2.00
MQ-4	1	\$ 3.00
Módulo de energía micro USB	1	\$1.00
Sensor DHT11	1	\$3.00
Pantalla LCD 16x2 I2C	1	\$7.00
Cables	1	\$3.00
Carcasa	1	\$6.00
Micro SD	1	\$10.00
Cargador y cable	1	\$7.00
Total		\$51.00

En la Tabla 1 se detallan los costos de cada elemento necesario para la implementación del dispositivo, lo que suma un total de \$51.00. Este monto es relativamente accesible y permite la implementación de estos dispositivos para obtener datos ambientales relevantes. Esto facilita la toma de medidas correctivas o mejoras en la cría de los cuyes, contribuyendo así a una gestión más eficiente y efectiva del ambiente en el galpón.

CONCLUSIONES

El monitoreo ambiental en galpones de cuyes es crucial para garantizar condiciones óptimas de crianza y productividad. Se propuso y desarrolló un dispositivo electrónico para esta tarea, con resultados significativos.

Los datos recopilados revelaron fluctuaciones notables en la temperatura y la humedad ambiental dentro del galpón durante el período de observación. La temperatura osciló entre 11.96 °C y 33.86 °C, con un promedio general de 19.16 °C. Por otro lado, la humedad varió desde un máximo del 94.38% hasta un mínimo del 42.78%, con un promedio del 86.10%. Estas cifras subrayan la importancia de monitorear de cerca las condiciones ambientales para garantizar un entorno óptimo para los cuyes.

Además, se registró la concentración de gas metano en el galpón, con un máximo de 764.01 ppm, un mínimo de 17.42 ppm y un promedio de 252.51 ppm. Estos datos son fundamentales para identificar posibles riesgos para la salud de los animales y tomar medidas preventivas.

El costo total de implementación del dispositivo fue de \$51.00, una inversión relativamente accesible para obtener datos ambientales relevantes. Esto facilita la toma de decisiones informadas para mejorar las condiciones de crianza y la productividad en el galpón de cuyes.

En conclusión, el monitoreo ambiental mediante dispositivos electrónicos ofrece una herramienta invaluable para mejorar la gestión de la cría de cuyes. Los resultados obtenidos permiten implementar medidas correctivas y preventivas de manera oportuna, contribuyendo al bienestar de los animales y la eficiencia en la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias Poma, E. F., & Araujo Mucha, M. M. (2013). *Control automatizado de temperatura y humedad con plataforma labview para prevenir enfermedades respiratorias en la crianza de cuyes en el Distrito de Vilca*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/713>
- Barco-Jiménez, J., Martínez, M., & Solarte, A. L. (2021). Automated Weighing System for the Health Care of Guinea Pigs (*Cavia Porcellus*). *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(5), 1451-1458–1451–1458. <https://doi.org/10.18502/ESPOCH.V1I5.9590>



- Cruzado Benavides, A. D. (2023). *Impacto de producción asociativa de cuyes (CAVIA PORCELLUS) en la calidad de vida de productores de la comunidad de Morrope-Lambayeque*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11720>
- Delgado Acurio, C. R. (2021). *La calidad de vida de los productores de cuy como vínculos productivos para la población con enfoque en el desarrollo local*. [Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/8040>
- Gonzalo Oré, R. R. (2020). “SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DE EXPOSICIÓN DIARIA AL AMONIACO, TEMPERATURA Y HUMEDAD A NIVELES PERMISIBLES EN UN GALPÓN DE CUYES – EL MANTARO 2019.” In *Universidad Nacional de Huancavelica*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4179>
- Guilcapi Mosquera, J. R., & Freire Barreno, F. A. (2023). *Sistema Iot de monitoreo y control aplicado a la nutrición en la cuyicultura*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/39399>
- Huillcacuri Torres, L. (2023). Evaluación de factores ambientales del galpón de cuyes (*Cavia porcellus*) en el Centro Agronómico K´ayra. In *UNSAAC*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7957>
- Jahaira Arias, M. H., Arias Tuco, J., Diaz Garmendia, F. R., Chauca Francia, L. J., Jahaira Arias, M. H., Arias Tuco, J., Diaz Garmendia, F. R., & Chauca Francia, L. J. (2022). Análisis del índice de temperatura-humedad sobre la mortalidad y el peso corporal de cuyes (*Cavia porcellus*) de la línea sintética en Moquegua, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(1), 2014. https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL23_NUM1_ART:2014
- Mañay, E., Chiliquinga Malliquinga, M. D., Taco Bonilla, H. S., & Moreno Corrales, M. M. (2022). Sistema de Internet de las cosas para el monitoreo del índice ultravioleta en la comunidad de Chirinche Bajo. *REVISTA ODIGOS*, 3(2), 9–25. <https://doi.org/10.35290/RO.V3N2.2022.595>
- Ortega Benavides, W. R., & Silva Gallo, L. (2018). *Implementación de galpones como alternativa para tecnificar y aumentar la producción del cuy en las granjas del municipio de Guaitarilla del departamento de Nariño*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20394>
- Patricio, W., Bravo, T., Lozada, J. S., Independiente, I., Ángel, E., Castro, D. A., Superior, I., Simón Bolívar, T., David, E. E., & Chochos, M. (2024). Micro Estación Fotovoltaica para la Iluminación

de un Criadero de *Cavia Porcellus* en la Comunidad de Chirinche Bajo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 4024–4043. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I2.10818

