



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN
DE UN GALPÓN DE POLLO BROILER EN LA ETAPA
INICIAL CON LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA
ARDUINO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Christian Daniel Romero Toala

LA LIBERTAD, 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN
DE UN GALPÓN DE POLLO BROILER EN LA ETAPA
INICIAL CON LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA
ARDUINO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Christian Daniel Romero Toala

Tutora: Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Ph. D.

LA LIBERTAD, 2024

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ROMERO TOALA CHRISTIAN DANIEL** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 22/12/2023.



Firmado electrónicamente por:
VERONICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
DARWIN GUSTAVO
JAQUE PUCA

Ing. Darwin Jaque Puca, Mgtr.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
VERONICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
WASHINGTON VIDAL
PERERO VERA

Ing. Washington Perero Vera, MSc.
ASISTENTE ADMINISTRATIVO

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de investigación.

Quiero expresar también mi gratitud hacia mis padres Franklin Romero y Mirian Toala quienes fueron mi pilar fundamental durante todo mi proceso académico, también a mi tutora Ing. Veronica Andrade cuya valiosa retroalimentación y apoyo académico fueron esenciales para el desarrollo de este proyecto. También quiero agradecer al resto de mi familia y amigos por su apoyo inquebrantable y motivación constante. Este logro no habría sido posible sin su aliento y comprensión. Gracias a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a este trabajo, su influencia ha dejado una marca en mi proceso de aprendizaje. Este proyecto no solo es un reflejo de mi esfuerzo, sino también de la colaboración y apoyo de una red de personas increíbles.

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico este trabajo a Dios por ser guía, sabiduría y fortaleza a lo largo de mi vida personal y académica. Dedico este trabajo de titulación a mis padres por estar incondicionalmente conmigo apoyándome en cada paso dado, este logro es por ustedes y para ustedes, gracias por convertirme en el hombre que soy hoy en día, por las enseñanzas y los valores inculcados que me han permitido culminar esta etapa de mi vida como es ser Ingeniero Agropecuario, a su vez dedico este trabajo a las personas, docentes y amigos que me han apoyado a lo largo de la carrera universitaria.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se centra en el diseño de un sistema automatizado destinado a galpones de pollos broiler mediante el uso de la plataforma Arduino, este sistema se implementará en la extensión de la UPSE ubicada en la provincia de Santa Elena, específicamente en la parroquia Manglaralto. El principal objetivo de esta investigación es mejorar la calidad de vida del pollo broiler a lo largo de su ciclo inicial y de crecimiento, buscando aumentar la eficiencia operativa del galpón. Las funciones integradas en el sistema de automatización son diversas, incluyendo el control preciso de la temperatura por medio de los sensores Dht11, el monitoreo de la humedad en las camas del galpón y el manejo de la iluminación de acuerdo con las necesidades específicas en la fase inicial y de crecimiento, estas variables están diseñadas para mejorar el desempeño operativo del galpón y proporcionar condiciones ambientales ideales para el desarrollo óptimo de los pollos. La elección de la plataforma Arduino ofrece una solución accesible y flexible, permitiendo la expansión y personalización del sistema automatizado de acuerdo con las demandas del productor, además se desarrolló un sistema integrado que utiliza la multifuncionalidad de Arduino para gestionar y optimizar los parámetros del galpón por medio de los sensores de temperatura y humedad los cuales fueron utilizados para una mejor calidad de aire y temperatura ideal. El sistema automatizado no solo tiene como objetivo incrementar la eficiencia en la automatización y reducir los costos, sino también garantizar un entorno más cómodo y saludable para los pollos. La creación de este se vuelve un impacto positivo en la productividad y rentabilidad del criadero de pollos broiler.

Palabras claves: Automatización, Arduino, Monitoreo, Productividad, Parámetros

ABSTRACT

This degree project focuses on the design of an automated system for broiler chicken houses using the Arduino platform, this system will be implemented in the extension of the UPSE located in the province of Santa Elena, specifically in the parish Manglaralto. The main objective of this research is to improve the quality of life of broiler chickens throughout their initial and growth cycle, seeking to increase the operational efficiency of the broiler house. The functions integrated in the automation system are diverse, including the precise control of temperature by means of Dht11 sensors, the monitoring of humidity in the house litter and the management of lighting according to the specific needs in the initial and growth phase, these variables are designed to improve the operational performance of the house and provide ideal environmental conditions for the optimal development of the chickens. The choice of the Arduino platform offers an accessible and flexible solution, allowing the expansion and customization of the automated system according to the demands of the producer, and an integrated system was developed that uses the multifunctionality of Arduino to manage and optimize the house parameters through temperature and humidity sensors which were used for better air quality and ideal temperature. The automated system not only aims to increase automation efficiency and reduce costs, but also to ensure a more comfortable and healthy environment for the chickens. The creation of this becomes a positive impact on the productivity and profitability of the broiler hatchery.

Keywords: Automation, Arduino, Monitoring, Productivity. Parameter

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN GALPÓN DE POLLO BROILER EN LA ETAPA INICIAL CON LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA ARDUINO**” y elaborado por **Christian Daniel Romero Toala**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN
DANIEL ROMERO
TOALA**

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
Problema Científico:	5
Objetivos	5
Objetivo General:	5
Objetivos Específicos:	5
Hipótesis:	5
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1 Pollo broiler	6
1.1.1Cuidados en pollos de engorde.....	6
1.1.2Factores ambientales	6
1.1.3Iluminación para galpón.....	7
1.1.4Temperatura recomendada para galpón	7
1.1.5Ventilacion para galpones de pollos	8
1.1.6Densidad de pollos dentro de un galpón	8
1.1.7Alimentación a pollos recién nacidos	9
1.2 Avicultura	9
1.2.1Clasificación taxonómica	9
1.2.2Importancia de venta en pollos de engorde.....	10
1.2.3Industria Avícola	10
1.2.4Bienestar avícola.....	10
1.3 Plataforma Arduino	11
1.3.1Origen y definición de Arduino.....	11
1.3.2Función de Arduino	12
1.3.3Hardware de Arduino.....	12
1.3.4Programación.....	13
1.3.5Componentes de la placa Arduino Uno	13

1.3.6	Arduino en el sector Agropecuario	14
1.3.7	Definición de un sistema automatizado	15
1.4	Tinkercad.....	15
1.4.1	Tinkercad circuit.....	15
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....		16
1.5	Ubicación y descripción de la investigación.....	16
2.1	Materiales y equipos.....	16
2.1.1	Materiales del sistema Arduino	16
2.1.2	Materiales de recolección de datos	17
2.1.3	Materiales informáticos.....	17
2.2	Metodología	17
2.2.1	Esquema del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.	18
2.2.2	Elementos de Tinkercad para sistema automatizado	19
2.2.3	Diseño del sistema automatizado de galpón de pollos broiler en el software Tinkercad	21
2.2.4	Ejecución de monitoreo del sistema automatizado para galpón de pollos.....	24
2.2.5	Gráfico del sistema completo automatizado del galpón de pollos broiler	26
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		27
2.2.6	Desarrollo de las condiciones del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.....	28
2.2.7	Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado para el galpón de pollos broiler.....	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		30
Conclusiones.....		30
Recomendaciones		31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		32
ANEXOS		35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura recomendada para galpones de pollos broiler.	8
Tabla 2. Clasificación taxonómica del ave.	9
Tabla 3 Elementos de bienestar en las aves.....	11
Tabla 4. Componentes en la realidad y componentes en la simulación del proyecto.....	19
Tabla 5. Prueba de funcionamiento del sistema automatizado.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distanciamiento de pollos en buena temperatura y muy frio	6
Figura 2 Distanciamiento de pollos muy caliente y corriente de aire.....	7
Figura 3. Componentes de Arduino.....	14
Figura 4. Ubicación donde se desarrolló la investigación.....	16
Figura 5. Esquema de metodología.....	19
Figura 6. Reconocimiento del sistema automatizado con todos sus componentes.	23
Figura 7. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de temperatura para el encendidos de los focos.....	24
Figura 8. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de temperatura para el encendidos de los ventiladores.	25
Figura 9. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor para el encendido de las cortinas del galpón	25
Figura 10. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de humedad para la notificaciones de revolver y cambiar las camas.	26
Figura 11. Hardware del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.	26
Figura 12. Sistema automatizado por medio la plataforma Tinkercad.	27
Figura 13. Sistema automatizado para galpón por medio del hardware y plataforma Arduino.....	27
Figura 14. Verificación de mensaje en el sistema automatizado.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Código del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.....	37
Anexo 2. Diseño de sistema automatizado para galpón de pollos broiler por medio de Tinkercad.....	38
Anexo 3. Sistema automatizado para galpón de pollos broiler por medio hardware Arduino.....	38
Anexo 4. Funcionamiento del sistema con la activación de focos.....	38
Anexo 7. Verificación de ventiladores por el sistema	39
Anexo 8. Funcionamiento de ventiladores a temperaturas altas.	40
Anexo 9. Verificación del sistema en la activación de las cortinas.....	40
Anexo 10. Comprobación de humedad en el monitor serial.....	40
Anexo 11. Mensajes del sistema automatizado por los sensores de humedad.....	41
Anexo 12. Funcionamiento del sensor de humedad con mensaje.....	41

INTRODUCCIÓN

La avicultura en Ecuador engloba un conjunto de alrededor de 1,800 granjas que se destacan por su compromiso con estándares de calidad elevados. Este sector no solo es considerablemente productivo en términos de carne de pollo, sino que también sigue meticulosamente una metodología de control biosanitario ya establecida. Este enfoque se basa en la implementación de antibióticos sintéticos como medida preventiva contra enfermedades respiratorias, tanto de origen viral como bacteriano (Altamirano, 2022).

La expansión y la transformación industrial de la industria avícola continúan en distintas regiones del mundo, impulsadas por fuerzas significativas como el crecimiento demográfico, el incremento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización. Este fenómeno refleja no solo un aumento cuantitativo en la demanda de productos avícolas, sino también una adaptación a las cambiantes dinámicas sociales y económicas (FAO, 2023)

Cuando se aborda el tema de los galpones destinados a la cría de pollos de engorde, resulta crucial prestar una atención especial a la temperatura, especialmente durante la primera semana. En este contexto, es fundamental considerar la interacción dinámica entre la temperatura y la humedad relativa (HR). La percepción térmica de las aves se ve directamente afectada por la combinación del termómetro seco y el porcentaje de humedad relativa en el ambiente. Es esencial comprender que los pollitos ajustan su temperatura corporal a su entorno mediante la respiración, facilitando la evaporación de la humedad como parte de su mecanismo regulador. No obstante, esta capacidad de regulación se ve comprometida en condiciones de alta humedad relativa. La influencia directa de la humedad en la capacidad de las aves para regular su temperatura subraya la importancia de mantener condiciones óptimas en los galpones, equilibrando cuidadosamente la temperatura y la humedad para asegurar el bienestar y el desarrollo saludable de los pollos. (Quintana, 2020).

De los sistemas tecnológicos ya establecidos en la producción avícola, según Reyes y Cid (2015), indica que la plataforma Arduino constituye un sistema de programación basado en los lenguajes C/C++, con un enfoque en aplicaciones electrónicas que involucran microcontroladores. Su utilidad principal radica en la construcción de sistemas empotrados especializados, especialmente orientados a la sistematización de procedimientos tecnológicos. Este enfoque tiene un alcance amplio, abarcando diversas aplicaciones en las

ciencias exactas y la ingeniería. La difusión global de esta tecnología se atribuye a su accesibilidad, costo razonable y al enfoque de diseño abierto que caracteriza a sus modelos.

Esta investigación se realizó con el fin de potenciar la eficiencia operativa del productor a lo largo de la fase inicial de cría, tomando en cuenta la importancia de las condiciones ambientales para lograr una mayor productividad y bienestar de los pollos. En relación con el objetivo no solo se buscó mejorar la calidad del aire sino también perfeccionar el monitoreo preciso de las temperaturas y humedades, elementos fundamentales en el éxito de producción de la crianza avícola.

Problema Científico:

¿El diseño de un sistema automatizado para un galpón de pollo broiler en la etapa inicial será eficiente para el mejoramiento productivo del control ambiental en la vida del animal?

Objetivos***Objetivo General:***

- ❖ Diseñar un sistema automatizado para galpón de pollo broiler durante la etapa inicial con la plataforma Arduino

Objetivos Específicos:

1. Construir y desarrollar un sistema automatizado para el control de la humedad y temperatura dentro del galpón con la plataforma Arduino.
2. Optimizar el desarrollo de la programación del sistema automatizado del galpón utilizando el software Arduino
3. Realizar pruebas de funcionamiento del sistema automatizado para el galpón de crianza de pollos Broiler.

Hipótesis:

El diseño de un sistema automatizado en un galpón de pollos broiler a través de la plataforma Arduino mejorara las condiciones ambientales dentro del entorno en su etapa inicial.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Pollo broiler

1.1.1 Cuidados en pollos de engorde

La crianza de pollos de engorde, en la evolución hacia la ganadería de precisión, plantea desafíos y algunas consideraciones más en lo que respecta al bienestar de los pollos, algunos de estos desafíos incluyen el estrés procedente de las altas temperaturas ambientales, la densidad de animales en el galpón, la posible presencia de enfermedades respiratorias entre otras malas prácticas de manejo en el lugar de cría y un nivel deficiente de saneamiento en el corral. Para abordar estos desafíos, se requiere una gestión proactiva y cuidadosa que considere variables como la ventilación adecuada, la condiciones ambientales óptimas, el control de enfermedades, el monitoreo constante del número de pollos por área y la implementación de prácticas higiénicas eficientes, con este enfoque lo que se busca es mejorar la eficiencia de producción y el bienestar de los pollos de engorde (Juárez, 2023).

1.1.2 Factores ambientales

El desempeño productivo de los pollos de engorde está influenciado principalmente por la temperatura y la humedad relativa. La temperatura óptima para un pollito en su primer día de vida es bastante limitada, situándose entre los 32 y 33 °C; por debajo de los 32 grados Celsius, el pollito no puede mantener su temperatura corporal de manera adecuada. Si la temperatura o la humedad se encuentran fuera de este rango, las aves pueden experimentar estrés, lo que puede provocar una disminución del consumo de alimento, un crecimiento deficiente, una conversión alimenticia inferior y una mayor mortalidad. Para garantizar que los pollitos tengan una temperatura adecuada, es importante realizar verificaciones y registros regulares de la temperatura, la humedad y la velocidad del aire. También es importante observar el comportamiento de los pollitos para detectar signos de hipotermia, como acurrucarse, piar de forma constante o tener una postura anormal (Cotrina).

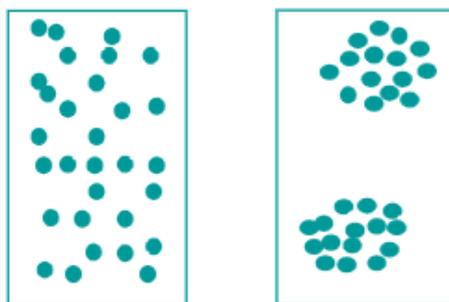


Figura 1. Distanciamiento de pollos en buena temperatura y muy frío

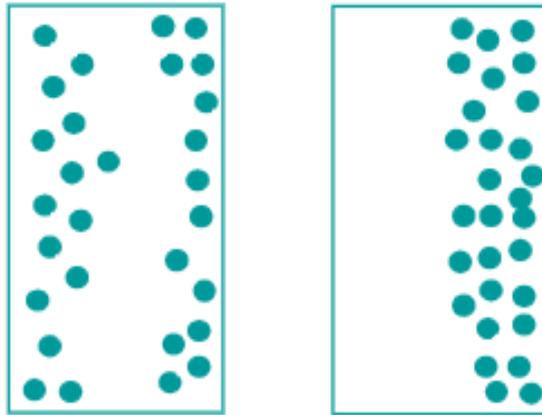


Figura 2. Distanciamiento de pollos muy caliente y corriente de aire

1.1.3 Iluminación para galpón

De manera general, se establece un plazo máximo de 36 horas desde el momento del nacimiento hasta el establecimiento de los pollitos en la granja. No obstante, se evidencia una problemática en ciertas incubadoras que presentan una gestión deficiente, ya que el intervalo de tiempo para el nacimiento se prolonga más allá de las 24 horas. De otra manera, se requieren otras 24 horas para que la totalidad de los pollitos llegue a la granja, este escenario resulta en que los primeros polluelos que han nacido superan las 48 horas de vida antes de su arribo a la granja, presentando un peso corporal reducido de hasta 10 gramos, la demora en su llegada implica un incremento en la mortalidad por deshidratación, con una tasa estimada de pérdida de peso entre 0.16 y 0.18 gramos por pollito por hora (Quintana, 2020).

1.1.4 Temperatura recomendada para galpón

Se han realizado numerosos estudios para determinar las temperaturas óptimas en la crianza de pollos, abarcando tanto a los broiler como a las pollitas de reemplazo, es importante señalar que las temperaturas ideales durante la primera semana oscilan entre 30 y 36 °C, con posibilidad de reducirse de 3 a 5 °C en cada semana subsiguiente. Las variaciones observadas podrían atribuirse a diversos factores, como diferentes niveles de humedad o la presencia de corrientes de aire, entre otros. La amplitud en estos rangos de temperatura refleja la necesidad de considerar múltiples variables ambientales para lograr condiciones óptimas en la crianza de pollos (Martínez, 2022).

Tabla 1. Temperatura recomendada para galpones de pollos broiler.

Periodo	°C
Dos primeros días	33
Resto de la primera semana	30
2 ^a semana	29
3 ^a semana	26-28
4 ^a semana	23-25
5 ^a semana	20-22

Fuente: (Gualán, 2021)

1.1.5 Ventilacion para galpones de pollos

En el caso específico de pollos en crianza, la ventilación se encarga de eliminar el monóxido de carbono producido por las criadoras, así como el polvo y olores indeseados, este proceso también reduce la presencia de bacterias en el aire y mantiene las camas secas. La renovación continua del aire no solo previene a los pollos de diversas enfermedades, En climas cálidos, la ventilación adecuada es esencial para reducir el estrés térmico en las aves. Una velocidad del viento de 2,5 metros por segundo puede reducir la sensación térmica de las aves en 6 a 7 grados Celsius. Es importante que el aire circule uniformemente por la nave, eliminando el calor acumulado entre las aves y la creación de un sistema de ventilación resulta fundamental para garantizar un ambiente saludable y propicio para el desarrollo de los pollos en las casetas avícolas (Magnani, 2022).

1.1.6 Densidad de pollos dentro de un galpón

El espacio que se necesita para la crianza de pollos se considera bajo diversos factores, como la cantidad total de pollos de engorde, la duración prevista de la fase en el sitio y las condiciones climáticas alcanzando el máximo potencial genético de las aves, se obtienen en sistemas que se manejen correctamente, respetando la densidad de población, la disponibilidad de alimento y agua. En las primeras etapas, específicamente del día uno al día tres, se recomienda proporcionar aproximadamente 1 m² para cada 50 pollitos a medida que los pollos crecen, al final del periodo de crianza, se ajusta la densidad, sugiriendo un espacio de ocho pollos por cada 1 m². Este enfoque busca asegurar condiciones óptimas de

crecimiento y bienestar para los pollos, considerando tanto sus necesidades individuales como el impacto del clima en su entorno, por ello, la planificación cuidadosa del espacio es esencial para garantizar un ambiente saludable y cómodo para el desarrollo de los pollos (Magnani, 2022).

1.1.7 Alimentación a pollos recién nacidos

El consumo inmediato y adecuado de alimento desencadena la producción y secreción de enzimas digestivas, promoviendo así el proceso digestivo en las aves. Además, este pronto consumo facilita la absorción del saco vitelino, contribuyendo al fortalecimiento del sistema inmunológico de los pollitos. Aquellos que experimentan una privación alimentaria durante 72 horas muestran un desarrollo reducido de la bolsa de Fabricio. El glicógeno presente en los pollitos se origina durante su etapa embrionaria y sirve como fuente de energía para las primeras 24 horas después del nacimiento; posteriormente, la falta de alimentación conduce a la apatía en los pollitos. Aquellos que no consumen alimento en los dos primeros días también pueden experimentar un menor porcentaje de pechuga (Quintana, 2020).

1.2 Avicultura

1.2.1 Clasificación taxonómica

En la presente Tabla 2 se muestra la clasificación taxonómica del pollo doméstico.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del ave.

<i>Clasificación taxonómica del ave</i>	
Reino	Animalia
Subreino	Eimetazoa
Rama	Bilateria
Grado	Coelomata
Serie	Deutesostomia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Infrphylum	Gnathostomata

Superclase	Tetrapoda
Clase	Aves
Superorden	Neognathahaeo
Orden	Galliformes
Familia	<i>Phasianidae</i>

Clasificación taxonómica del ave

Subfamilia	<i>Phasianidae</i>
Género	Gallus

Fuente: Rojas V.

1.2.2 Importancia de venta en pollos de engorde

En términos generales, se establece un límite de 36 horas desde el nacimiento hasta la instalación de los pollitos en la granja. Sin embargo, surge un problema en algunas incubadoras con gestión deficiente, ya que el período de ventana para el nacimiento se extiende más allá de las 24 horas, y luego se requieren otras 24 horas para que la totalidad de los pollitos llegue a la granja. Esto resulta en que los primeros pollitos que nacieron superan las 48 horas de vida antes de llegar a la granja, presentando un peso corporal inferior en hasta 10 gramos. Este retraso en la llegada conlleva un aumento en la mortalidad por deshidratación, con una tasa de pérdida de peso estimada entre 0.16 y 0.18 gramos por pollito por hora (Quintana, 2020).

1.2.3 Industria Avícola

Según Catalán (2023), el sector avícola dedicado a la cría de aves con fines comerciales se conoce como avicultura, con técnicas basadas en criar y reproducir aves, siendo una de las fuentes de carne de mayor y más rápido crecimiento, por lo que es considerada una de las más consumidas a nivel mundial, cada vez se incrementa más la producción de aves, por lo que las grandes cadenas industriales se ven enfocadas en implementar nuevas técnicas.

1.2.4 Bienestar avícola

ESTRÉS

Es frecuente que se genere humedad debajo del papel, lo que resulta en una cama húmeda que provoca un ambiente frío dentro del galpón. Cuando se administra un virus vacunal, como el de la Bronquitis Infecciosa, se desencadena un estado de "Estrés". Este estrés, ya sea agudo o crónico, se relaciona con problemas patológicos. El estrés agudo suele ser temporal, mientras que el estrés crónico perdura por períodos más extensos. Como consecuencia, se pueden observar signos como plumaje sucio y erizado. Diversos factores pueden contribuir a este estado, tales como temperaturas extremas, hacinamiento, altos niveles de humedad, presencia de dióxido de carbono, mala circulación de aire y ventilación deficiente (Quintana, 2020).

Flores (2023) plantea que la producción intensiva de pollos de engorde en condiciones ambientales adversas, como altas temperaturas y humedad, puede provocar estrés calórico en los animales. Esto se debe a que los pollos de engorde tienen una capacidad termorreguladora limitada. El enfriamiento de las instalaciones avícolas es una solución costosa, por lo que los métodos actuales para mitigar el estrés calórico se centran en la modificación de las dietas.

Tabla 3 Elementos de bienestar en las aves.

Estándar en %	Condición en que deben estar
25	Comiendo
25	Bebiendo
25	Jugando
25	Descansando

Fuente: Flores (2023)

1.3 Plataforma Arduino

1.3.1 Origen y definición de Arduino

Castillo Moreyra (2021) manifiesta que Arduino es una plataforma de electrónica programable de código abierto que permite a los usuarios crear dispositivos electrónicos interactivos. La plataforma está compuesta por hardware y software libres y adaptables. El hardware se compone de placas de microcontrolador que pueden recibir señales de sensores y controlar dispositivos como luces y motores. El software es un entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite a los usuarios escribir código para controlar el hardware.

Arduino es una plataforma versátil que se puede utilizar para crear una amplia gama de proyectos electrónicos, desde simples juguetes hasta sistemas complejos de control industrial.

Según Romero (2021) manifiesta que, Arduino, es un prototipo de hardware open-source referidas en placas que pueden programables para elaborar terminales digitales de distintas maneras. En la actualidad existen varios modelos de placas Arduino en la línea comercial, con distintas características en cuanto a tamaño, diferentes procesadores, conectores, capacidades.

1.3.2 Función de Arduino

Las placas electrónicas de Arduino ofrecen una variedad virtual infinita de aplicaciones y posibilidades de uso. Están diseñadas con el propósito específico de ser completamente versátiles, permitiendo a cada usuario decidir cómo desea emplearlas en función del código que desarrolle y de los elementos y circuitos a los que conecte la placa (Romero, 2021).

Como expresa Romero (2021) que más allá de sus aplicaciones, las placas Arduino tienen la capacidad de ocupar una variedad infinita de formas gracias al tipo de código abierto del proyecto. Esto implica que cualquier entidad puede producir réplicas de las placas Arduino, comercializarlas y realizar ajustes personalizados en el diseño original. Es relevante destacar que estos diseños originales están disponibles en línea, accesibles para cualquier persona interesada en consultarlos, por esta razón, es posible encontrar una variedad de placas programables, todas ellas basadas en los diseños de Arduino y disponibles en diversos colores y tipos.

1.3.3 Hardware de Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo de hardware y software que permite crear proyectos electrónicos autónomos o conectados a un ordenador. La placa Arduino se puede montar a mano o comprar ya ensamblada, y el software de desarrollo es gratuito y de código abierto. Arduino puede alimentarse a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa, que se selecciona automáticamente. El modelo Arduino Uno se basa en el chip ATmega328P y presenta características como 14 pines digitales configurables como entradas o salidas, de los cuales 6 admiten salidas PWM, además de 6 entradas analógicas. La placa también incluye un cristal de cuarzo de 16 MHz, conexión USB, conector de

alimentación, encabezado de ICSP y un botón de reinicio. Es versátil en términos de alimentación, ya que puede ser alimentada tanto a través de una conexión USB como por medio de una fuente de alimentación externa (Mendoza, 2018)

1.3.4 Programación

En el ámbito informático, existen diversas ramas relacionadas con los lenguajes de programación. La metodología se basa en la colaboración y el trabajo en equipo como factores clave para el éxito en el desarrollo de software. El ambiente de programación de Arduino es fácil de usar y está basado en el entorno de programación, lo que facilita el aprendizaje de la programación y la familiarización con el dominio de desarrollo Arduino. Sin embargo, para superar este desafío, se emplean lenguajes de programación capaces de traducir nuestras instrucciones a un formato comprensible para la máquina. Este proceso se conoce como compilación, siendo los niveles más complejos de traducción aquellos dirigidos hacia las máquinas, resultando a menudo menos accesibles para la comprensión humana (Cananahuay, 2022).

1.3.5 Componentes de la placa Arduino Uno

- ATmega 328 microcontrolador.
- Puerto USB.
- Conector de alimentación.
- Los pines digitales. digitalRead , digitalWrite. analogRead y analogWrite.
- y 6. Serial IN (TX) y Serial IN (RX).
- y 23. Pin 13 + L (on board led).
- GND.
- AREF.
- Botón Reset.
- Chip de comunicación serie.
- Regulador de tensión.
- ICSP.
- Led de encendido.
- Pines analógicos.
- 11
- Vin.

- GND.
- 5V.
- 3,3V.
- Reset pin - IOREF.
- TX y RX LED
- Casa fabricante original.
- 24. Reloj / Crystal 16 Mhz oscilador.

Fuente: Bautista (2021).

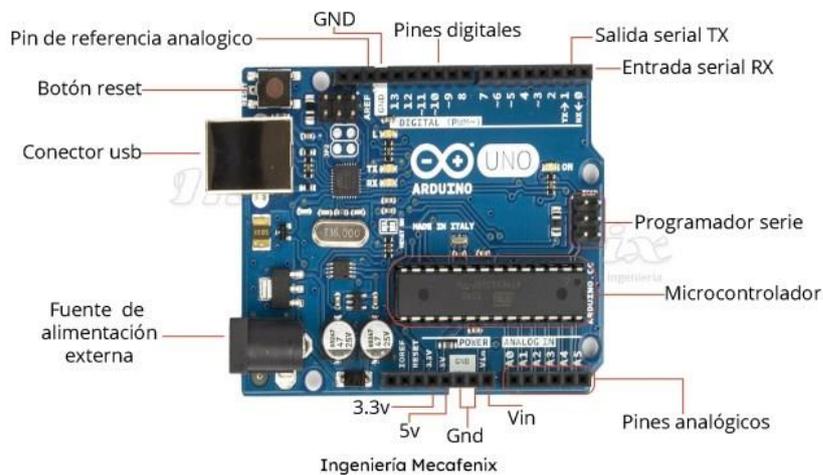


Figura 3. Componentes de Arduino.

1.3.6 Arduino en el sector Agropecuario

Johan Puentes (2021), indica que los avances tecnológicos se han introducido en la toma de decisiones a través de variantes, y el sector agrícola no ha quedado excluido, debido a los diferentes cambios que se están produciendo en el mundo a favor del apoyo a la ciencia. La placa de desarrollo Arduino muestra una flexibilidad, bajo costo y bajo consumo para ser utilizado. Estas características la convierten en una opción ideal para aplicaciones de larga duración o con baterías. Además, su amplia gama de interfaces la hace compatible con una gran variedad de dispositivos .

1.3.7 Definición de un sistema automatizado

Novoa (2020), plantea que un sistema automatizado cumple con los requisitos de producción del galpón, identificó las formas de mejorar el proceso de crianza y engorde de pollos. La automatización de procesos implica reemplazar tareas manuales tradicionales por tareas que son realizadas automáticamente por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatización. De esta manera, los humanos pueden liberarse de determinadas tareas mediante el uso adicional de sensores, controladores y actuadores, así como métodos de conmutación y algoritmos.

1.4 Tinkercad

Según Navia (2024) plante que Tinkercad es una aplicación web que permite crear, programar y simular circuitos electrónicos. La sección “Circuits” de la aplicación ofrece herramientas para diseñar esquemas de circuitos que integran placas Arduino y componentes electrónicos básicos. Esto facilita el seguimiento telemático de los circuitos, ya que no es necesario disponer físicamente de los componentes. La programación de las placas Arduino se realiza mediante programación textual.

Tinkercad es una plataforma gratuita en línea que ofrece una variedad de herramientas de software para el diseño 3D, la electrónica y la programación. Estas herramientas son fáciles de usar y tienen una interfaz intuitiva, lo que las hace ideales para principiantes y expertos por igual. Es una herramienta que permite diseñar y programar un circuito electrónico de forma virtual, siendo útil para probar ideas y prototipos antes de realizarlos en físico, de la misma forma permite programar un microcontrolador Arduino, utilizando un entorno de codificación similar a la estructura de Arduino (Castillo, 2021).

1.4.1 Tinkercad circuit

Tinkercad es una plataforma en línea desarrollada por Autodesk que ofrece una variedad de herramientas de software. Esta plataforma permite a los usuarios diseñar modelos en 3D y crear circuitos electrónicos. Esta aplicación CAD facilita la creación de modelos complejos mediante la combinación de objetos más simples. En particular, Tinkercad Circuits es una herramienta que proporciona los elementos necesarios para la creación y simulación de sistemas de control basados en Arduino. Además, ofrece la posibilidad de programar placas Arduino directamente en el simulador en línea. Los resultados obtenidos pueden ser simulados y optimizados, mejorando así la eficiencia del diseño (Juan Márquez, 2021).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

1.5 Ubicación y descripción de la investigación

La parroquia de Manglaralto está situada en la provincia de Santa Elena, a una altitud de 15 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas aproximadas son una latitud de 1° 50' 32.611" S y una longitud de 80° 44' 30.761" W. Las condiciones climáticas en la zona suelen oscilar entre temperaturas de 16 a 30 °C, con una humedad relativa del 84% y precipitaciones anuales de alrededor de 219 mm.



Figura 4. Ubicación donde se desarrolló la investigación.

2.1 Materiales y equipos

Los materiales que se utilizarán para efectuar la investigación y el armado de prototipo del sistema Arduino serán:

2.1.1 *Materiales del sistema Arduino*

- Arduino Uno R3
- Protoboard
- Cable de datos
- Cables Jumpers
- Resistencias
- Pantalla LCD 16 X 2
- Sensor de temperatura DTH-11
- Sensor de humedad DTH-11
- Ventilador de 12 voltios

- Boquilla eléctrica
- Relevador
- Servomotor

2.1.2 *Materiales de recolección de datos*

- Computadora
- Libreta de apuntes

2.1.3 *Materiales informáticos*

- Software Arduino
- Software Tinkercad
- Software Canva

2.2 Metodología

Los métodos de investigación a utilizar poseen la validez científica necesaria para sustentar cada resultado que se vaya alcanzando en el transcurso del estudio y análisis del trabajo de titulación, cumpliendo con la ejecución de los objetivos general y específicos mencionados anteriormente.

Los tipos de investigación se encuentran desglosados de la siguiente forma:

- Según objeto de estudio: descriptivo.
- Según la intervención: experimental.

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

El trabajo de titulación es tipo descriptiva porque es aquella que se realiza cuando se desea describir todos los componentes principales de la realidad. A través de este tipo de investigación que utiliza métodos analíticos, es posible caracterizar el objeto de estudio o una situación específica y resaltar sus características y atributos. Combinado con ciertos estándares de clasificación, puede ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo de investigación. El objetivo es de carácter aplicado, de esta manera se busca desarrollar un diseño de sistema automatizado utilizando la plataforma Arduino para un galpón de pollos broiler, donde se evaluará el control de temperatura, humedad y monitoreo de la actividad de cortinas dentro del galpón.

INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

El término "investigación experimental" se refiere a un método de recopilación de información a través de acciones decididas realizadas por el investigador, con el objetivo final de alterar la realidad para estudiar y observar el fenómeno que se investiga, en base a esta información, el tipo de investigación a tratar será de tipo experimental ya que implica diseñar y desarrollar un sistema automatizado para galpones de pollos broiler, los cuales serán adecuados a las necesidades del objeto de estudio.

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La investigación que se lleva a cabo en este campo en particular es de carácter aplicado, ya que cada paso y procedimiento llevado a cabo a lo largo del proyecto está respaldado por evidencia científica. Esta valiosa información proviene de una variedad de medios confiables, como libros, artículos académicos, revistas, tesis de pregrado y doctorado, así como recursos en línea.

2.2.1 Esquema del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.

El sistema automatizado para galpones de pollos de engorde cubrió un área de 50 m², donde sus dimensiones fueron de 10 x 5 m y tuvo el funcionamiento de un sistema automatizado con la plataforma Arduino, por medio de cuatro ventiladores avícolas, cuatro focos y cuatro cortinas para el área en donde se ubicó el galpón de pollos broiler, donde la gestión del suministro de los recursos, como la climatización en el cual se realizó automáticamente por medio de la información recopilada por los sensores de temperatura y humedad.

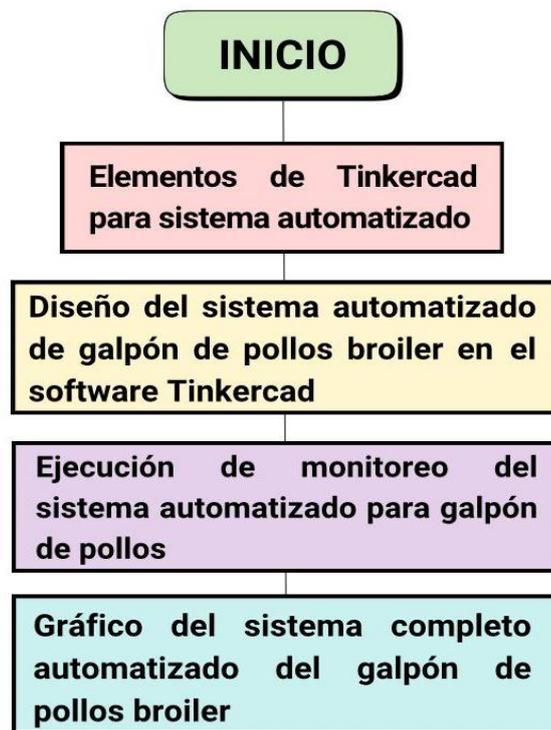


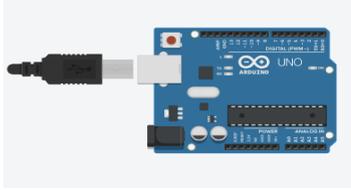
Figura 5. Esquema de metodología.

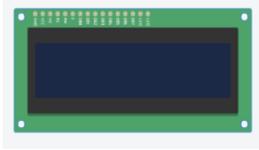
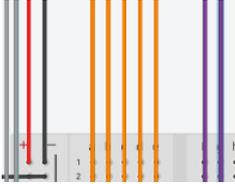
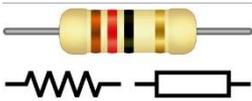
Fuente: Romero, 2023

2.2.2 *Elementos de Tinkercad para sistema automatizado*

Los componentes del sistema automatizado para galpón que sustituyeron a los sistemas en la realidad La simulación desarrollada en Tinkercad muestra una representación detallada de los componentes del sistema automatizado para el galpón, los cuales sustituyen a sus componentes reales. Rol de los elementos en Arduino del sistema automatizado.

Tabla 4. Componentes en la realidad y componentes en la simulación del proyecto

Elementos de la realidad	Elementos de la simulación	Descripción
Arduino Uno 	Arduino Uno 	Placa encargada de controlar todo el sistema automatizado por medio de sus pines analógicos y digitales para la lectura de los sensores y activación de elementos.

<p>Pantalla LCD 16 x 2</p> 	<p>Pantalla LCD 16 x 2</p> 	<p>LCD muestra todos los mensajes y lecturas del sistema de acuerdo a la condición que se le dio al programa.</p>
<p>Cables Jumpers</p> 	<p>Cables Jumpers</p> 	<p>Cables jumpers son los que permiten mejorar la facilidad y manejo a la conectividad de la placa con los componentes del sistema.</p>
<p>Resistencias</p> 	<p>Resistencias</p> 	<p>Las resistencias son los encargados de limitar la corriente a cada componente y no sufra una sobrecarga de energía.</p>
<p>Relevador eléctrico</p> 	<p>Suministro de energía</p> 	<p>El relevador se utilizó para controlar dispositivos de mayor voltaje o corriente con un microcontrolador como Arduino, que opera a niveles de voltaje más bajos.</p>

2.2.3 *Diseño del sistema automatizado de galpón de pollos broiler en el software Tinkercad*

Para la implementación eficiente se realizó el esquema de conexiones de los sensores de humedad, temperatura y micro servomotores por medio del software Tinkercad de la siguiente manera:

Código del sistema

En el diseño del sistema automatizado utilizando la plataforma Tinkercad, la programación desempeña un papel crucial para controlar las variables determinadas del galpón de pollos

broiler. A continuación, se presenta un fragmento de código y una explicación detallada de la lógica detrás de las funciones clave implementadas.

Explicación detallada

- **Define de pines:** Se asignan pines análogos en la placa de Arduino para los sensores de temperatura y humedad, así como los pines para los activadores de las cortinas, focos y ventiladores.
- **Conexión de cables hacia la placa:** Para el sensor de temperatura se identificó el puerto de tierra, potencia y canal de manera que se conectó a la placa Arduino Uno.
- **Configuración Inicial:** Se establece los pines como entrada o salida según corresponda el sensor o el activador. Además, se inicia la comunicación serial para facilitar la depuración y supervisión.
- **Bucle Principal (bucle):** Se ejecuta continuamente y realiza las siguientes acciones:
 - **Lecturas de Sensores:** Se obtuvieron lecturas analógicas de los sensores de temperatura y humedad.
 - **Lógica de Control de Cortinas:** Cuando la temperatura se encontró en el rango de temperatura $\geq 33\text{ °C}$ & temperatura $\leq 34\text{ °C}$ predefinido, se abrieron las cortinas para controlar la entrada de luz y ventilación de aire por medio de los.
 - **Lógica de Control de Focos:** Cuando la temperatura es mayor a 35 °C , se apagaron los focos para reducir el calor generado y cuando los valores del sensor de temperatura dieron menores a 30 °C los focos se encendieron para generar calor y mantener las condiciones ambientales del galpón.
 - **Lógica de Control de Ventiladores:** Cuando la temperatura es mayor a 35 °C , se encendieron los ventiladores para mejorar la ventilación y la circulación de aire.
 - **Envío de Datos a la Consola Serial:** Se envían los datos de temperatura y humedad a la consola serial para la supervisión y monitoreo del galpón.
 - **Retardo:** Se introdujo un retardo que evite lecturas continuas y redujo la carga del sistema.

Este código estableció un marco fundamental para supervisar las variables críticas en el galpón de pollos broiler en la etapa inicial. La lógica implementada es adaptable,

permitiendo ajustes según las necesidades específicas del entorno y los requisitos particulares del proyecto.

Se logró desarrollar un sistema automatizado para el galpón de pollos broiler por medio de del software Tinkercad del cual funciona en el monitoreando las condiciones ambientales del galpón como lo es la temperatura y humedad, de esa manera con la lectura que da por medio de los sensores se logró programar las siguientes condiciones para controlar la temperatura, la calidad de aire dentro del entorno y la humedad por medio de alertas para el cambio de las camas.

Mediante la simulación podemos verificar que el sistema esté funcionando de manera correcta y así mismo cumpliendo con la programación hecha, además demostrando la lectura de los sensores.

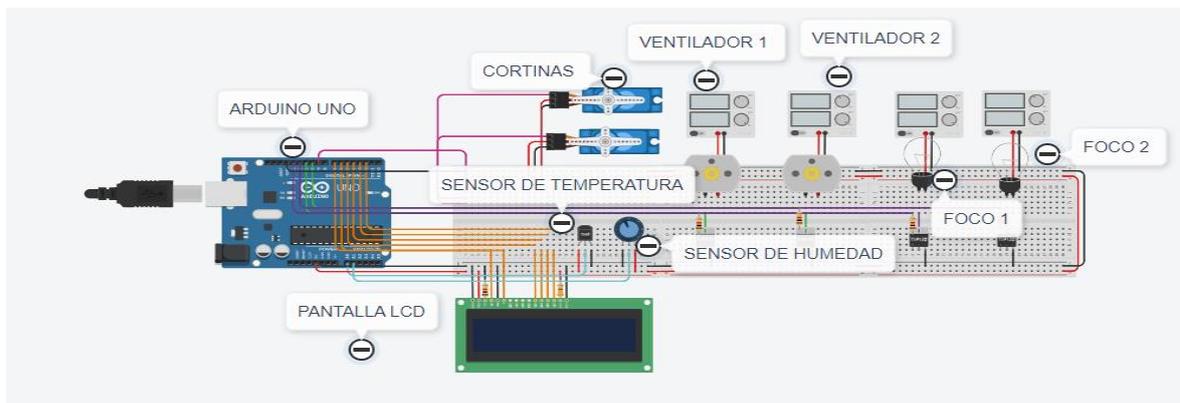


Figura 6. Reconocimiento del sistema automatizado con todos sus componentes.

Lectura del sensor de temperatura

- La primera condición que se programó para la automatización es el control de temperatura cuando esta se encuentra por debajo de los valores de 30 °C se puso en funcionamiento el encendido de las bombillas y verificación de los ventiladores desactivados, de igual manera se mostró un mensaje en la pantalla LCD ``Temperatura: 29 °C``, de esa manera se corroboró la lectura del sensor de temperatura como se presenta en el Anexo 6.
- La segunda condición que se configuró en el sistema automatizado es de cuando los valores se encuentren superiores a 35 °C se desactivaron los focos e inmediatamente se activaron los ventiladores para controlar las altas temperatura en el área, y a su vez se activaron las cortinas para que permitiera la circulación de aire, también el sistema verificó si los focos estaban apagados, de esa manera se disminuyó el calor

dentro del galpón al final de la condición se mostró el mensaje en la LCD verificando la temperatura como muestra el Anexo 5.

- La tercera condición fue para el control de las cortinas donde mejoró y mantuvo la calidad de aire dentro del galpón y funcionó cuando los sensores detectaban temperaturas dentro de un rango de 33 a 34 °C, las cortinas se activaron y los ventiladores también, con esto se ayudó a mejorar la circulación de aires. Por medio del monitor en serie se logró observar los valores que detectó el sensor de temperatura de esa manera se programó un sistema para monitorear.

Lectura del sensor de humedad

Se obtuvieron buenos resultados para el monitoreo de la humedad gracias a los niveles que arrojó el sensor el cual ayudó a identificar en qué momento se necesitaba cambio de cama en el entorno y así evitar enfermedades posibles con camas con exceso de humedad, de esa manera en la programación los valores mayores a 30% se presentaron en la pantalla LCD seguido de un mensaje para el movimiento de la cama y su prolongación, así mismo, se programó los valores mayores a 40% de humedad y se presentó un mensaje en la pantalla ``CAMBIO DE CAMA``

2.2.4 Ejecución de monitoreo del sistema automatizado para galpón de pollos.

El sistema de monitoreo se realizó por medio del diagrama de flujo que se desarrolló en el software Canva y se centró en asegurar que la temperatura del galpón se mantuviera dentro del rango, esto se da cuando el sensor de temperatura detecta valores menores a 30 °C haciendo que se enciendan las bombillas y se desactiven los ventiladores.

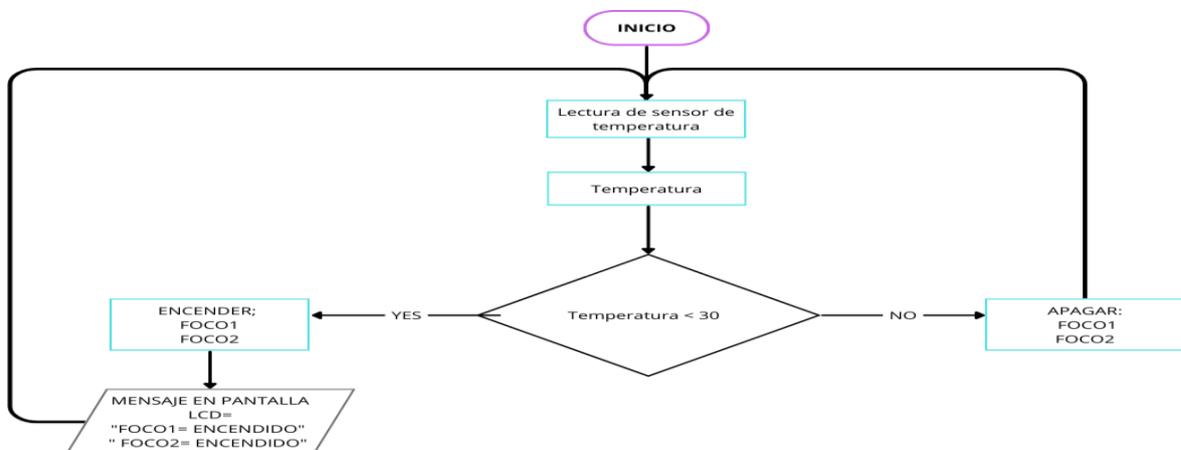


Figura 7. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de temperatura para el encendido de los focos.

Cuando el sensor del sistema detectó valores de temperatura mayores a 35 °C se ejecutó encendiendo los ventiladores y desactivando las bombillas, de esa manera disminuye la temperatura para mantenerlo en el rango que necesita un galpón,

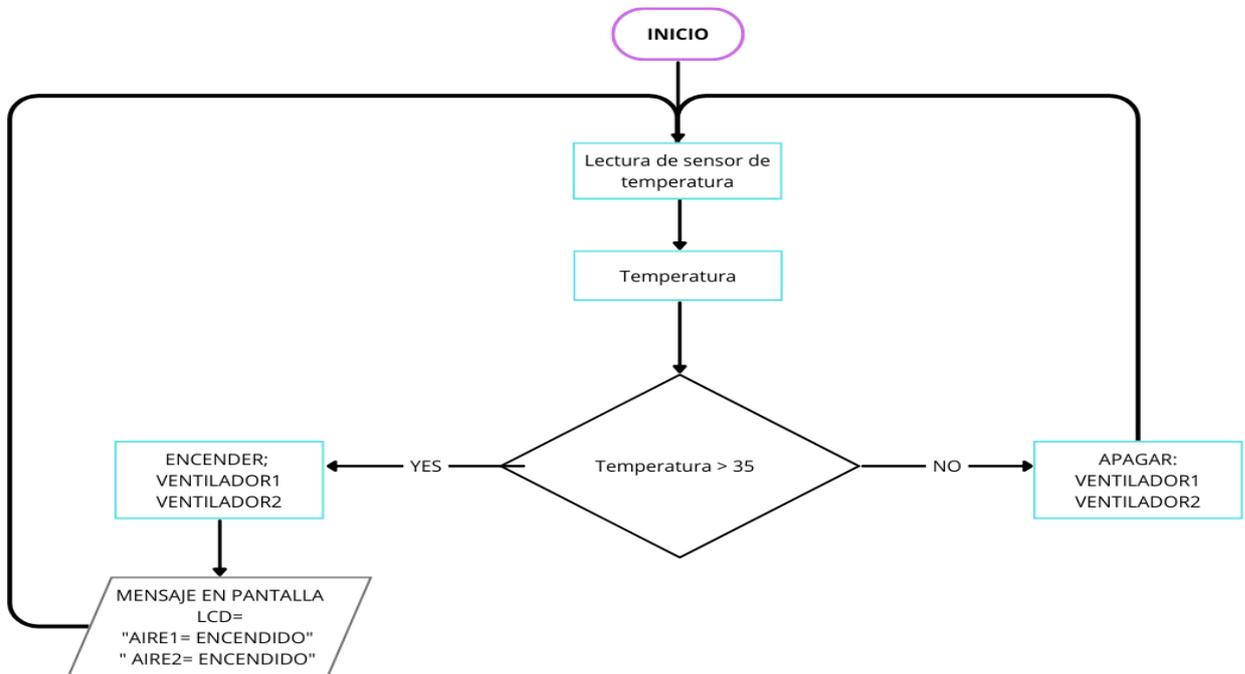


Figura 8. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de temperatura para el encendidos de los ventiladores.

El funcionamiento de las cortinas en el sistema se ejecutó en el rango de 33 a 34 °C activando las cortinas y encendiendo los ventiladores, de esta manera se mejora la calidad de aire y da una mejor circulación de esta.

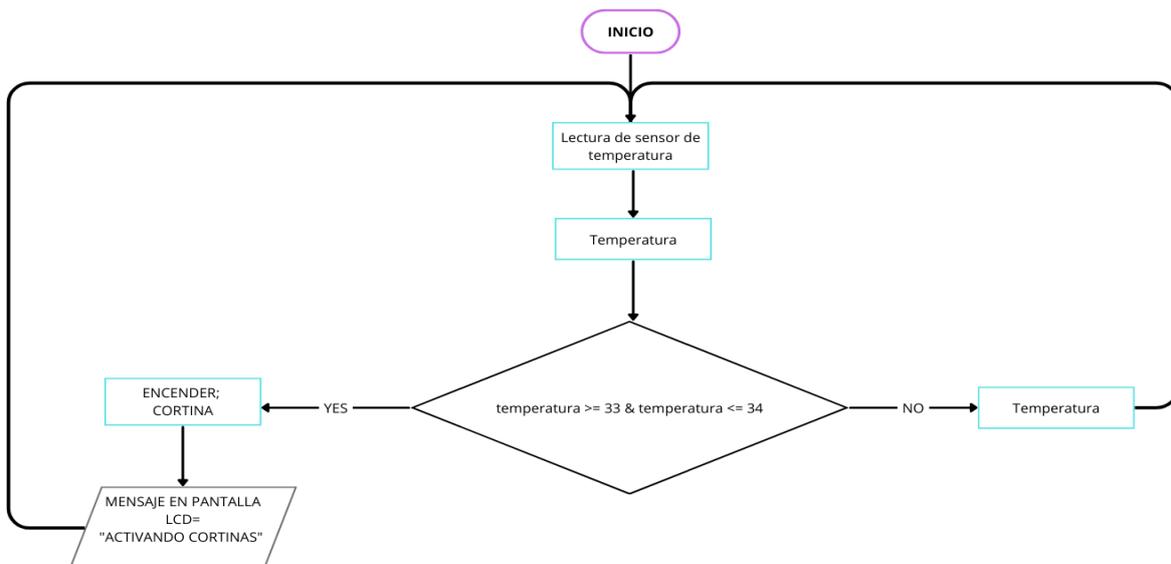


Figura 9. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor para el encendido de las cortinas del galpón

El funcionamiento del sistema también detectó la humedad emitida por el sensor reconociendo valores mayores al 40% de humedad indicando el mensaje de cambio de cama del galpón y con valores mayores o iguales al 30% de humedad indicando el mensaje de revolver cama del galpón con la finalidad de disminuir el porcentaje de humedad y la prolongación de la cama.

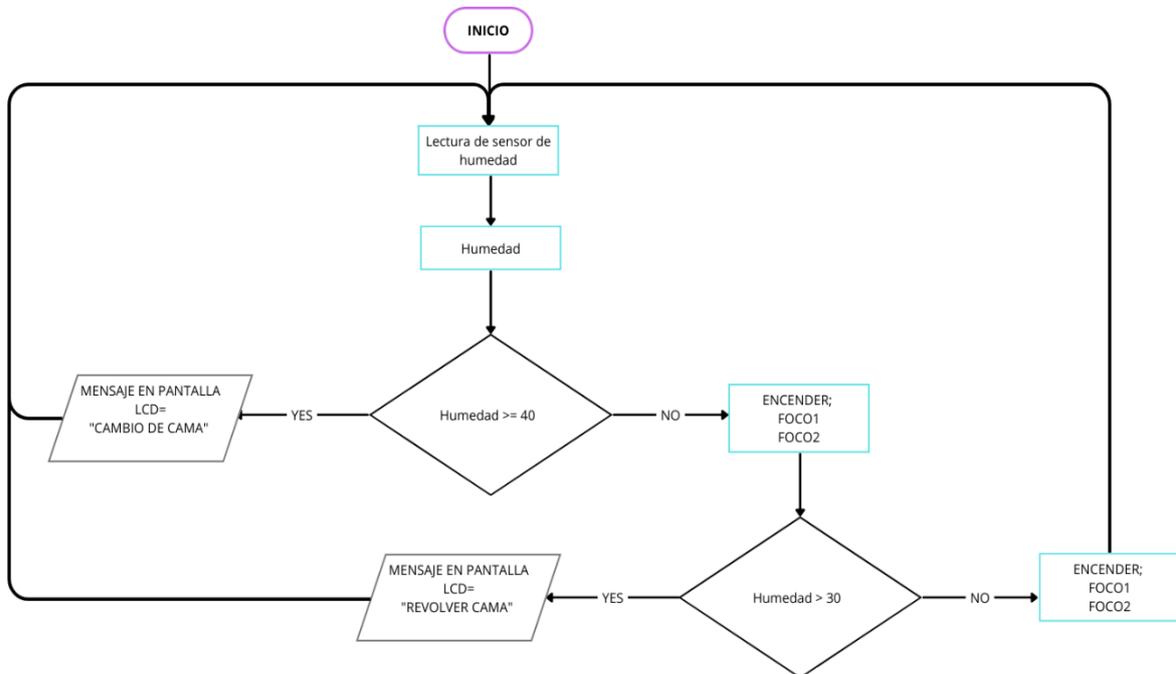


Figura 10. Diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de humedad para la notificaciones de revolver y cambiar las camas.

2.2.5 Gráfico del sistema completo automatizado del galpón de pollos broiler

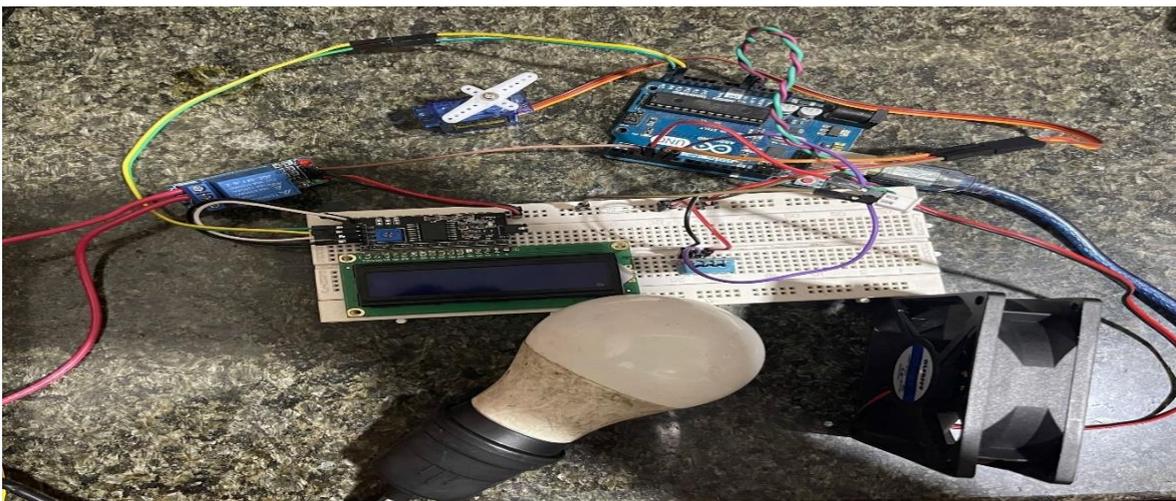


Figura 11. Hardware del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La creación del sistema automatizado destinado al monitoreo de humedad y temperatura en el galpón de pollos broiler se visualiza en la Figura 12. En primer lugar, se llevó a cabo la construcción y evaluación digital del sistema en la plataforma Tinkercad, garantizando así la efectividad operativa y la compatibilidad integral tanto del hardware como del software de automatización. A continuación, se avanzó con la materialización física del hardware del sistema, acompañada de la carga del programa correspondiente con el fin de alcanzar la automatización deseada.

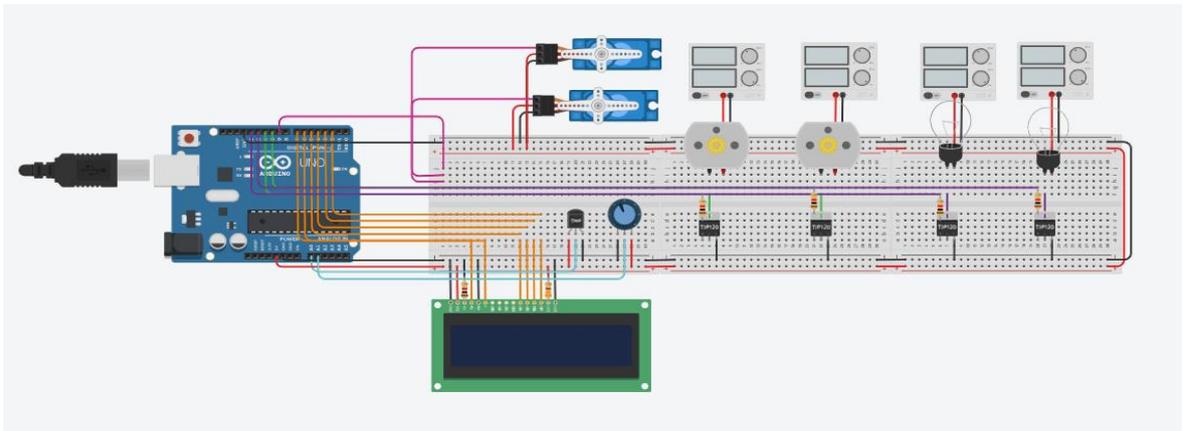


Figura 12. Sistema automatizado por medio la plataforma Tinkercad.

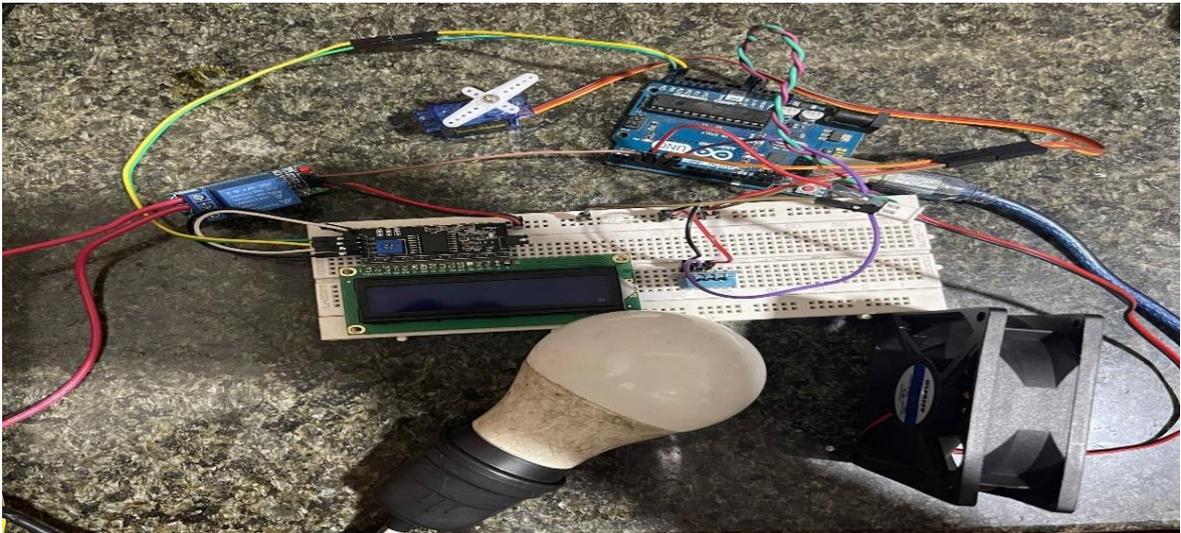


Figura 13. Sistema automatizado para galpón por medio del hardware y plataforma Arduino.

2.2.6 Desarrollo de las condiciones del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.

En la programación del sistema automatizado, se han definido tres parámetros destinados al control de la temperatura, así como un parámetro para monitorear y notificar la humedad en las camas de viruta, todos ellos establecidos dentro de rangos específicos. El primer parámetro del programa activa los focos cuando la lectura del sensor es inferior a 29 °C; por otro lado, cuando la lectura supera los 35 °C, se ejecuta la acción de activar las cortinas y ventiladores. En cuanto al parámetro de humedad, se han establecido rangos específicos: si la humedad relativa es inferior al 30 %, se emite una notificación para realizar el revolvimiento de la cama, mientras que, si supera el 40 %, se envía un mensaje a través de la pantalla para indicar la necesidad de cambiar las camas.

En el Figura 14 se muestra el mensaje en la lcd que genero por el porcentaje de humedad por medio del sensor dht11.

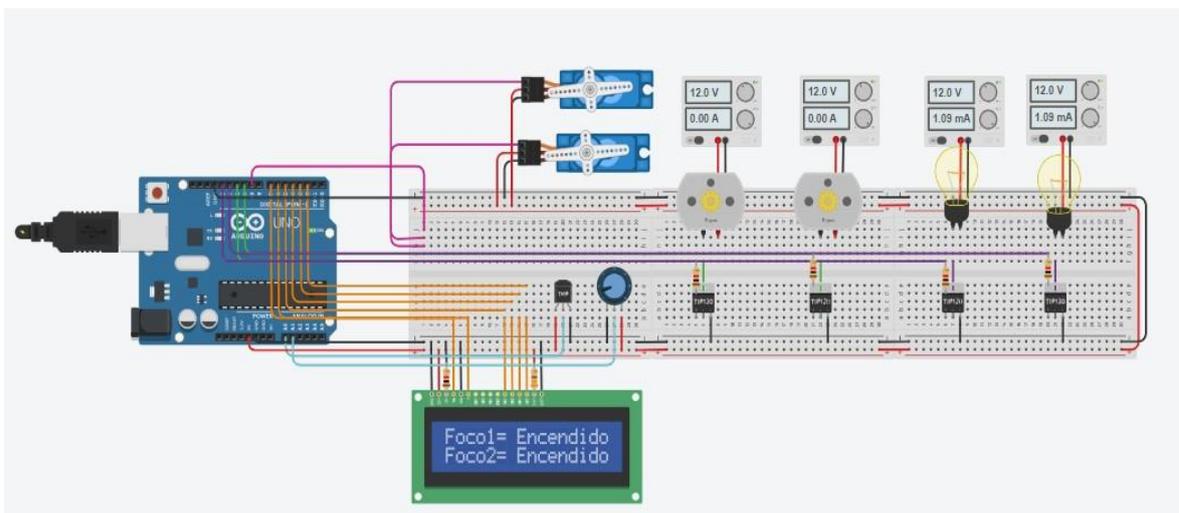


Figura 14. Verificación de mensaje en el sistema automatizado.

2.2.7 Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado para el galpón de pollos broiler.

En la Tabla 5, se realizaron diez pruebas del sistema automatizado para el galpón, considerando un rango de temperatura específico en nuestra programación para cada prueba, que abarcó desde 29 °C hasta 38 °C. Esta metodología facilitó una evaluación minuciosa del desempeño del sistema en diversas condiciones, comprobando su funcionalidad de acuerdo con los parámetros establecidos en el programa. Además, permitió obtener valiosa

información sobre la respuesta del sistema en un espectro amplio de temperaturas, contribuyendo así a la comprensión integral de su comportamiento.

La comprobación del rango de operatividad del sistema se llevó a cabo en temperaturas de 31 y 32°C, mediante la realización de 10 pruebas, en las cuales se registraron dos pruebas no válidas y ocho pruebas válidas. Cabe resaltar que, al situarse dentro del intervalo de 31 y 32°C, el sistema no activó ninguna acción, ya que la temperatura en el galpón se consideró óptima para el bienestar de los pollos en su fase inicial. Este acierto subraya la capacidad del sistema para reconocer y responder adecuadamente a condiciones climáticas específicas, proporcionando así un control preciso en diversas situaciones.

Tabla 5. Prueba de funcionamiento del sistema automatizado.

	TEMPERATURA	FOCOS	VENTILADORES	CORTINAS
PRUEBA 1	29°C	ON	OF	OF
PRUEBA 2	30°C	ON	OF	OF
PRUEBA 3	31°C	NULL	NULL	NULL
PRUEBA 4	32°C	NULL	NULL	NULL
PRUEBA 5	33°C	OF	ON	OF
PRUEBA 6	34°C	OF	ON	OF
PRUEBA 7	35°C	OF	ON	ON
PRUEBA 8	36°C	OF	ON	ON
PRUEBA 9	37°C	OF	ON	ON
PRUEBA 10	38°C	OF	ON	ON

Para la siguiente tabla se planteó las siguientes variables: (ON)= Componente encendido, (OF) = Componente apagado, (NULL) = Ninguna acción.

- :

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se logró desarrollar el sistema automatizado para galpones de pollos, integrando sensores de temperatura, humedad y cortinas automatizadas en donde se comprobó que el uso de esta tecnología es esencial para gestionar de manera precisa las condiciones ambientales.
- Se logro programar los parámetros esenciales para el sistema, por medio de los componentes electrónicos y se demostró la acción al cargar el programa en la simulación de Tinkercad y en el software de Arduino.
- Las pruebas de simulación nos brindaron una visión completa del rendimiento y funcionalidad del sistema en un entorno automatizado, de esta manera permitió una evaluación para adaptarse y responder a las demandas del galpón.

Recomendaciones

- Se sugiere la integración de sensores adicionales, como sensores de gases o sensores de calidad de aire en donde pueda obtener una visión más completa del galpón.
- Se recomienda integrar una base de datos al sistema automatizado para obtener los datos de cada producción según la estación en la que se encuentre y poder realizar mejoras en el mismo sistema de automatización.
- Se sugiere profundizar en la investigación del tema en inteligencia artificial y considerar la implementación de un sistema integral para lograr una automatización completa en el área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bautista, O. V. (15 De Junio De 2021). Componentes De La Placa De Arduino. Hidalgo. Recuperado El 23 De Diciembre De 2023, De [Https://Repository.Uaeh.Edu.Mx/Bitstream/Bitstream/Handle/123456789/19851/Componentes-Placa-Arduino.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Repository.Uaeh.Edu.Mx/Bitstream/Bitstream/Handle/123456789/19851/Componentes-Placa-Arduino.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
- Cananahuay, A. A. (S.F.). Tecnología Arduino Con Extreme Programing Para La Incubación Artificial De Huevos De Pollos Criollos Con Monitoreo Web Socket En La Cooperativa De Ahorro Y Crédito Neuroventas, 2019. Pucallpa – Perú.
- Castillo, C. A. (2021). Repositorio Upse. Obtenido De [Https://Repositorio.Upse.Edu.Ec/Bitstream/46000/6306/1/Upse-Tia-2021-0034.Pdf](https://Repositorio.Upse.Edu.Ec/Bitstream/46000/6306/1/Upse-Tia-2021-0034.Pdf)
- Catalán, R. (S.F.). Análisis En La Industria Avícola. Mexico. [Https://Tecnosolucionescr.Net/Blog/781-Analisis-En-La-Industria-Avicola](https://Tecnosolucionescr.Net/Blog/781-Analisis-En-La-Industria-Avicola)
- Cortés, F. R. (2015). Aplicaciones En Robotica Mecatronica E Ingenierias. Mexico.
- Cotrina, V. J. (S.F.). Presentado Al Programa De Medicina Veterinaria De La Facultad De Ciencias Agrarias. Pamplona.
- Fao. (2023). Obtenido De [Https://Www.Fao.Org/Poultry-Production-Products/Production/Es/](https://Www.Fao.Org/Poultry-Production-Products/Production/Es/)
- Flores, D. S.-C. (22 De Junio De 2023). Atenuación Del Estrés Calórico En Pollos Con La Suplementación De Un Producto De Cromo Orgánico. Revista Colombiana De Ciencia Animal Recia, Págs. 18-26.
- Game, C. W. (2021). Repositorio Upse. Recuperado El 2023, De [Https://Repositorio.Upse.Edu.Ec/Bitstream/46000/6377/1/Upse-Tia-2021-0089.Pdf](https://Repositorio.Upse.Edu.Ec/Bitstream/46000/6377/1/Upse-Tia-2021-0089.Pdf)
- Gobierno De Canarias. (24 De Enero De 2017). Tinkercad. Obtenido De Recursos Educativos Digitales: [Https://Www3.Gobiernodecanarias.Org/Medusa/Ecoescuela/Recursosdigitales/2017/01/24/Tinkercad/](https://Www3.Gobiernodecanarias.Org/Medusa/Ecoescuela/Recursosdigitales/2017/01/24/Tinkercad/)
- Goliad, N., & Loi, G. (2016). Aprende A Desarrollar Para Crear Objetos Inteligentes. España: Ediciones Eni.
- Gonzales, V. (2015). Repositorio. Universidad Técnica De Machala. Obtenido De [Http://Repositorio.Utmachala.Edu.Ec/Handle/48000/6846](http://Repositorio.Utmachala.Edu.Ec/Handle/48000/6846)

- Gualán, C. C. (11 De Octubre De 2021). Diseño E Implementación De Un Sistema Para El Control Y Crianza De Pollos Broiler En La Zona De Vilcabamba Durante El Periodo Abril – Septiembre 2021. Loja .[Http://Dspace.Tecnologicosudamericano.Edu.Ec/Jspui/Bitstream/123456789/542/1/Cristopher_Juan_Tesis%20pdf.Pdf](http://Dspace.Tecnologicosudamericano.Edu.Ec/Jspui/Bitstream/123456789/542/1/Cristopher_Juan_Tesis%20pdf.Pdf)
- Hidalgo Guacho, W. P. (23 De Marzo De 2015). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Obtenido De [Http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/3790](http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/3790)
- Holguín, J. N., & Facuy Delgado, J. P. (Agosto De 2017). Revista Observatorio De La Monteria: Universidad De Córdoba. Obtenido De [Https://Www.Eumed.Net/Cursecon/Ecolat/Ec/2017/Arduino-Cultivo-Tomate.Html](https://Www.Eumed.Net/Cursecon/Ecolat/Ec/2017/Arduino-Cultivo-Tomate.Html)
- Johan Felipe Cuenca Puentes, H. G. (2021). Diseño, Desarrollo E Implementación De Una Solución Tecnológica Basado En Un Sistema De Información Para El Control De Ingreso Y Salida De Equipos De Cómputo En Agropecuaria Alfa S.A.S 2021. Girardot – Cundinamarca.
- Juan Antonio Sánchez-Márquez¹, C. A.-P.-S.-V.-R.-V.-N. (2021). Xxvi Verano De La Ciencia .
[Https://Www.Jovenesenlaciencia.Ugto.Mx/Index.Php/Jovenesenlaciencia/Article/View/3307/2809](https://Www.Jovenesenlaciencia.Ugto.Mx/Index.Php/Jovenesenlaciencia/Article/View/3307/2809)
- Magnani, A. M. (07 De Febrero De 2022). Mportancia Del Correcto Manejo De La Ventilación En Ambiente Controlado Para Reproductoras Pesadas Y Pollos De Engorde, Y Relevamiento De Las Ventajas /Desventajas Que Perciben Los Agentes Principales En Argentina. Lujan. [Https://Ri.Unlu.Edu.Ar/Xmlui/Bitstream/Handle/Rediunlu/1749/Trabajo%20final%20integrador%20carrera%20de%20especializaci%C3%B3n%20en%20producci%C3%B3n%20av%C3%Adcola-Ariel%20magnani.%20%281%29.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Ri.Unlu.Edu.Ar/Xmlui/Bitstream/Handle/Rediunlu/1749/Trabajo%20final%20integrador%20carrera%20de%20especializaci%C3%B3n%20en%20producci%C3%B3n%20av%C3%Adcola-Ariel%20magnani.%20%281%29.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
- Martínez, A. G. (14 De Febrero De 2022). Evaluación De La Temperatura Interna Del Galpón Y Su Efecto Sobre Parámetros Zootécnicos De Gallinas Reproductoras Linea Ross Ap En Una Granja Del Municipio De Tenza, Boyacá. Cundinamarca. Recuperado El 12 De Diciembre De 2023, De [Https://Repositorio.Ucundinamarca.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12558/4608/Ang%C3%A9lica%20garc%C3%Ada%20mart%C3%Adnez.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Repositorio.Ucundinamarca.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12558/4608/Ang%C3%A9lica%20garc%C3%Ada%20mart%C3%Adnez.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)

- Mendoza, G. A. (2018). Elaboración De Un Prototipo De Incubadora (V.1.0), Mediante El Uso De La Herramienta Arduino Para Mejorar Porcentaje De Nacimiento De Los Pollitos. Ecuador .
- Moposita, C. B. (2022). Repositorio.Upse. Obtenido De <https://Repositorio.Upse.Edu.Ec/Bitstream/46000/8812/4/Upse-Tia-2022-0070.Pdf>
- Navia, L. A. (11 De Enero De 2024). Pc-17. Simulación De Circuitos Electrónicos Con Tinkercad. Canaltic.Com, Pág. 10. https://Canaltic.Com/Blog/?Page_Id=4692
- Novoa, F. J. (30 De Mayo De 2020). Diseño Y Simulación De Un Sistema Automatizado Para Producción Avícola En La Región Del Guavio. Nventum , Págs. 3-32.
- Pérez, C. (15 De Diciembre De 2013). Departamento De Ingeniería Eléctrica, Electrónica Y De Control. Obtenido De Funciones Básicas, Características Y Arquitectura De Los Sistemas Automatizados: http://Www.Ieec.Uned.Es/Investigacion/Dipseil/Pac/Archivos/Informacion_De_Referencia_Ise2_1_1.Pdf
- Romero, J. (02 De 11 De 2021). Geeknetic. Obtenido De <https://Www.Geeknetic.Es/Arduino/Que-Es-Y-Para-Que-Sirve>

ANEXOS

```
TESIS Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

TESIS
//PROYECTO DE TESIS
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <Servo.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f,16,2);

#define DHITYPE DHT11
#define DHTPIN 6
DHT dht(DHTPIN, DHITYPE);

Servo cortina;
float humedad;
int servopos = 0;
int FOCO1 =3;
int FOCO2 =3;
int VENTILADOR1 =4;
int VENTILADOR2 =4;

void setup() {

  cortina.attach(5);
  cortina.write(0);
  delay(1000);
  // DECLARA VENTILADORES COMO SALIDA DENTRO DEL SISTEMA
  // DECLARA VENTILADORES COMO SALIDA DENTRO DEL SISTEMA
  pinMode(FOCO1, OUTPUT);
  pinMode(FOCO2, OUTPUT);
  pinMode(VENTILADOR1, OUTPUT);
  pinMode(VENTILADOR2, OUTPUT);
  digitalWrite(FOCO1, HIGH);
  digitalWrite(FOCO2, HIGH);

  //INICIALIZA LA PANTALLA LCD
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  lcd.begin(16,2);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(5,0);
  lcd.print("SISTEMA");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print("PAVICOLA");
  delay(2000);
  lcd.clear();

  cortina.write(0);
  delay(1000);
}
void loop()
{
  //TIEMPO DE ESPERA UN SEGUNDO PARA INICIAR EL SISTEMA
  delay (1000);

  //LECTURA DEL SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA
  float humidity = dht.readHumidity();
  int temperature = dht.readTemperature();
  humedad= (humidity/1.6);

  //Condicion para controlar el revolviendo de las camas
  if (humedad <= 40)
  {
    Serial.print("Humedad:");
    Serial.print(humedad);
    Serial.println(" %");
    Serial.println(" ");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.print(" HUMEDAD");
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print(humedad);
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print("%");
    delay(3000);
    lcd.clear();
  }
}
```

```

lcd.print(" REVOLVER");
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print("CAMA");
delay(3000);
}

//Condicion para controlar el revolviendo de las camas
if (humedad >= 45)
{
  Serial.print("Humedad:");
  Serial.print(humedad);
  Serial.println(" %");
  Serial.println(" ");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.print(" HUMEDAD");
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print(humedad);
  lcd.setCursor(10,1);
  lcd.print("%");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  lcd.print(" CAMBIO DE");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(" CAMA");
  delay(3000);}

//Condicion para controlar focos a menor temperatura
if(temperature <= 30 & temperature <= 32 )
{
  cortina.write(0);
  lcd.clear();
  lcd.println(" Temperatura: ");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.println(temperature);
  lcd.setCursor(7,1);
  lcd.print("C");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  Serial.print("Temperatura:");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println(" °C");
  Serial.print("Humedad:");
  Serial.print(humedad);
  Serial.println(" %");
  Serial.println(" ");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.println(" Temperatura: ");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(temperature);}
  lcd.setCursor(7,1);
  lcd.print("C");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  digitalWrite(FOCO1, HIGH);
  digitalWrite(FOCO2, HIGH);
  lcd.print("Foco1= Encendido");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Foco2= Encendido");
  delay(10000);
}
else
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  Serial.print("Temperatura:");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println(" °C");
  Serial.print("Humedad:");
  Serial.print(humedad);
  Serial.println(" %");
  Serial.println(" ");
  digitalWrite(FOCO1, LOW);
  digitalWrite(FOCO2, LOW);
  digitalWrite(VENTILADOR1, LOW);
  digitalWrite(VENTILADOR2, LOW);
  delay(2000);
}

//Condicion para controlar focos a menor temperatura
if(temperature <= 32 )
{
  cortina.write(0);
  lcd.clear();
  lcd.println(" Temperatura: ");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.println(temperature);
  lcd.setCursor(7,1);
  lcd.print("C");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  Serial.print("Temperatura:");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println(" °C");
  Serial.print("Humedad:");
  Serial.print(humedad);
  Serial.println(" %");
  Serial.println(" ");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.println(" Temperatura: ");}

```

```

    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(temperature);
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("°C");
    delay(3000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    digitalWrite(FOCO1, HIGH);
    digitalWrite(FOCO2, HIGH);
    lcd.print("Foco1= Encendido");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Foco2= Encendido");
    delay(10000);
}
else
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    Serial.print("Temperatura:");
    Serial.print(temperature);
    Serial.println(" °C");
    Serial.print("Humedad:");
    Serial.print(humedad);
    Serial.println(" %");
    Serial.println(" ");
    digitalWrite(FOCO1, LOW);
    digitalWrite(FOCO2, LOW);
    digitalWrite(VENTILADOR1, HIGH);
    digitalWrite(VENTILADOR2, HIGH);
    delay(2000);
}

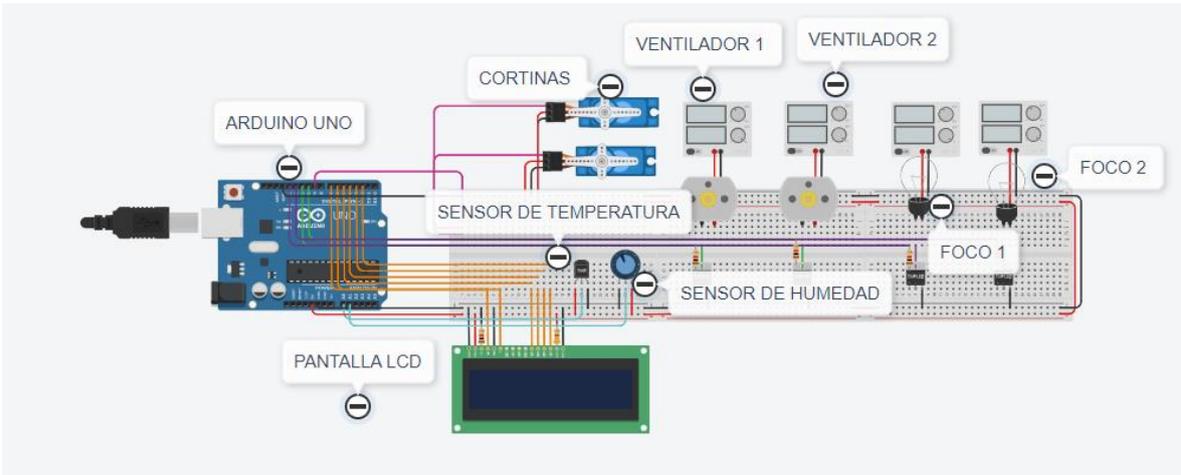
//Condicion para controlar cortinas para mejor ventilacion
if(temperature >= 33 & temperature <= 34 )
{
    lcd.clear();
    lcd.println(" Temperatura:  ");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(temperature);
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("°C");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    Serial.print("Temperatura:");
    Serial.print(temperature);
    Serial.println(" °C");
    Serial.print("Humedad:");
    Serial.print(humedad);
    Serial.println(" %");
    Serial.println(" ");
    cortina.write(180);
    digitalWrite(VENTILADOR1, HIGH);
    digitalWrite(VENTILADOR2, HIGH);
    lcd.print(" ACTIVANDO");
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("CORTINAS");
    delay(10000);
    lcd.clear();
}
else
{
    lcd.clear();
    Serial.print("Temperatura:");
    Serial.print(temperature);
    Serial.println(" °C");
    Serial.println(" ");
    digitalWrite(FOCO1, HIGH);
    digitalWrite(FOCO2, HIGH);
    delay(2000);
}

//Condicion para controlar ventiladores a mayor temperatura
if(temperature >= 35)
{
    lcd.clear();
    cortina.write(170);
    Serial.print("Temperatura:");
    Serial.print(temperature);
    Serial.println(" °C");
    Serial.print("Humedad:");
    Serial.print(humedad);
    Serial.println(" %");
    Serial.println(" ");
    lcd.println(" Temperatura:  ");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(temperature);
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("°C");
    delay(3000);
    lcd.setCursor(0,0);
    digitalWrite(VENTILADOR1, HIGH);
    digitalWrite(VENTILADOR2, HIGH);
    lcd.print("Aire 1= Encendido");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Aire 2= Encendido");
    delay(10000);
    lcd.clear();
}

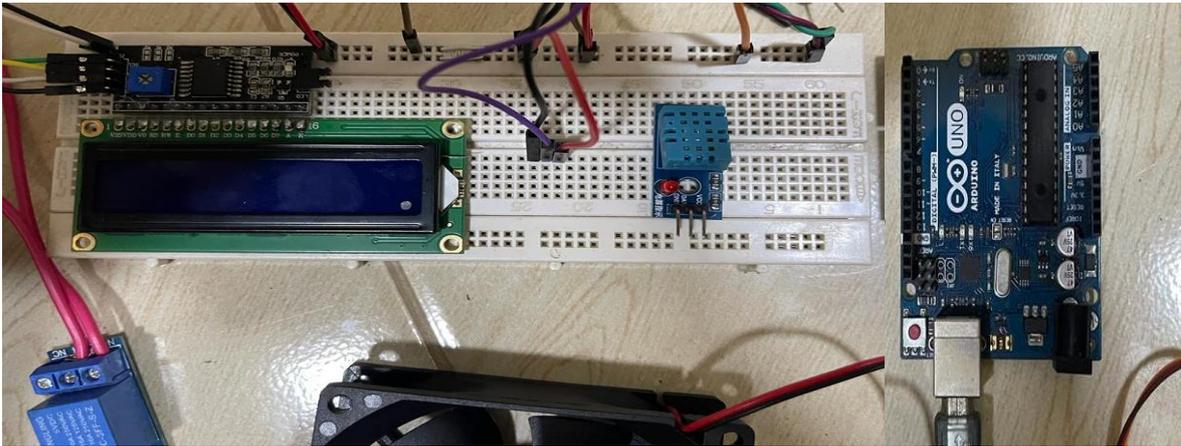
}
}
}

```

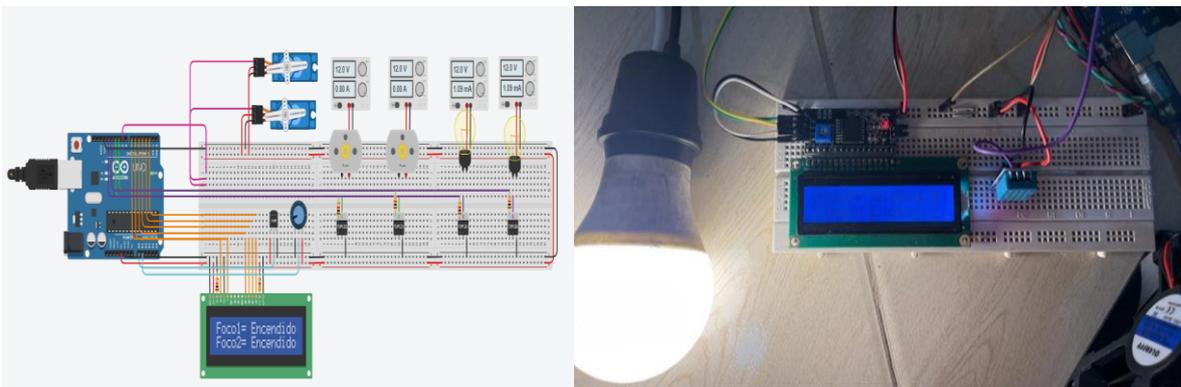
Anexo 1. Código del sistema automatizado para galpón de pollos broiler.



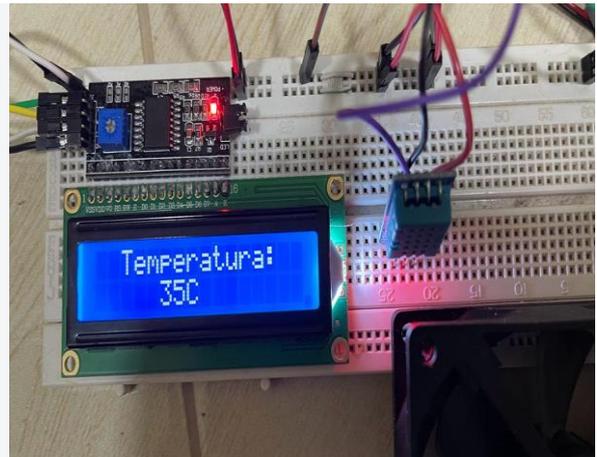
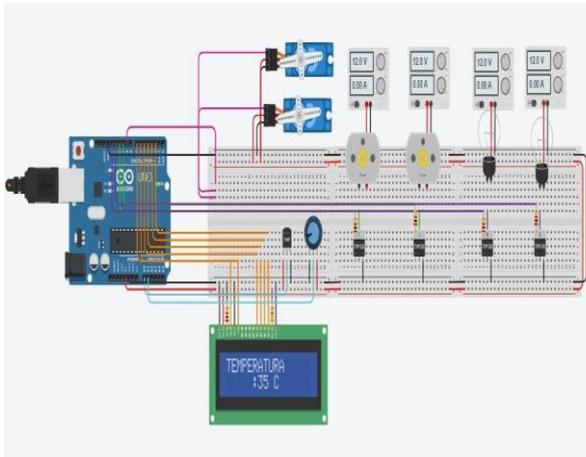
Anexo 2. Diseño de sistema automatizado para galpón de pollos broiler por medio de Tinkercad.



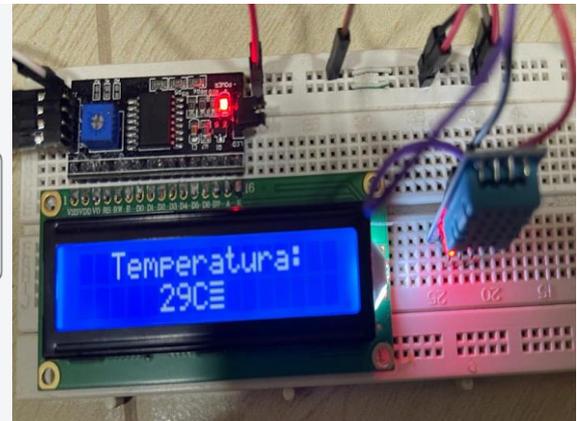
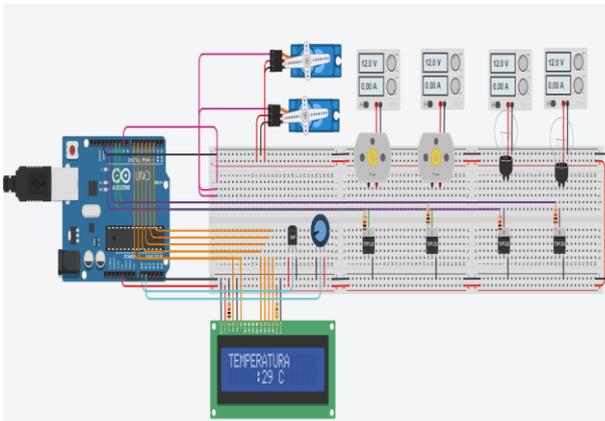
Anexo 3. Sistema automatizado para galpón de pollos broiler por medio hardware Arduino.



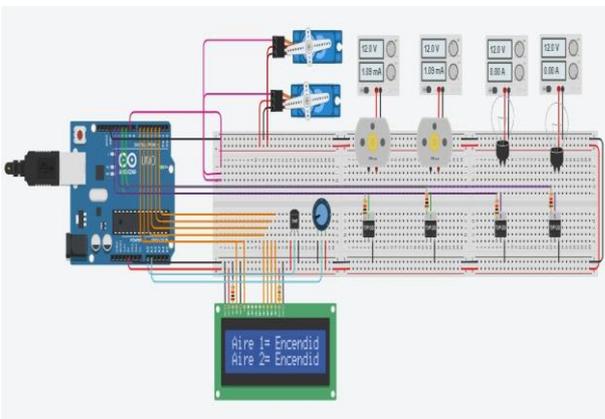
Anexo 4. Funcionamiento del sistema con la activación de focos.



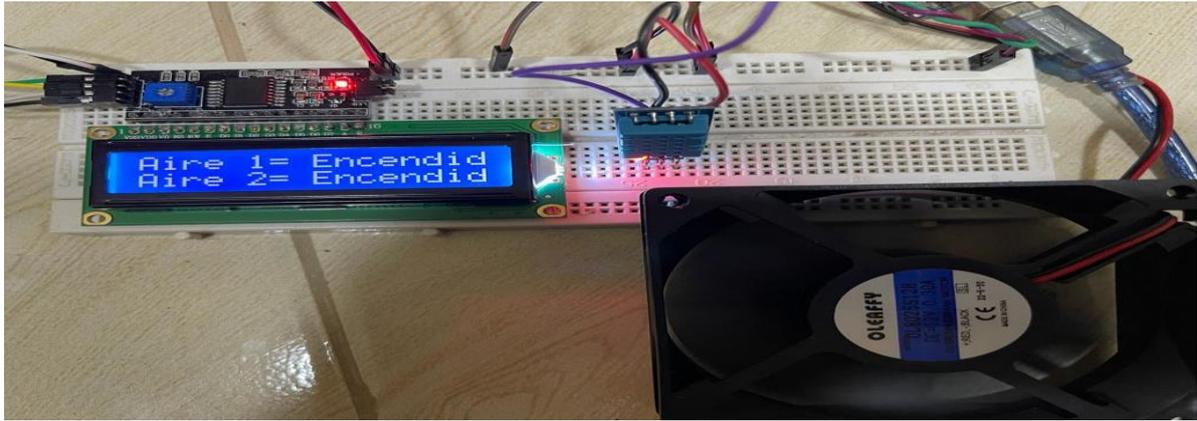
Anexo 5. Pruebas de temperatura por medio del sistema automatizado.



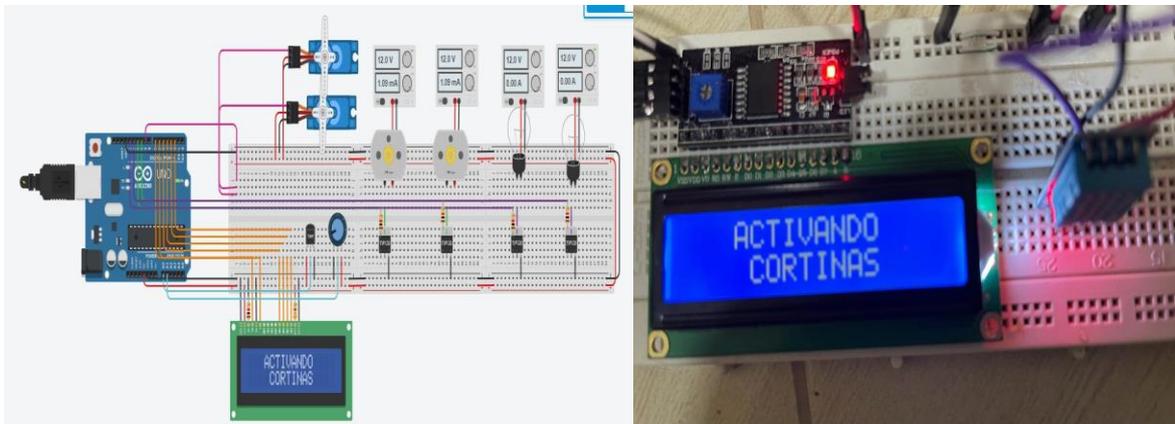
Anexo 6. Comprobación de temperatura en el sistema por medio de Tinkercad y código de Arduino.



Anexo 5. Verificación de ventiladores por el sistema



Anexo 6. Funcionamiento de ventiladores a temperaturas altas.



Anexo 7. Verificación del sistema en la activación de las cortinas.



Anexo 8. Comprobación de humedad en el monitor serial.



Anexo 9. Mensajes del sistema automatizado por los sensores de humedad.



Anexo 10. Funcionamiento del sensor de humedad con mensaje.