

**DESARROLLO DE UNA INCUBADORA DE HUEVOS QUE CONTROLE LAS
VARIABLES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD CON CONEXIÓN REMOTA VIA
INTERNET A UNA APLICACION ANDROID PARA LA PARCELA EXTENSIÓN
FINCA LAS MARÍAS**

**ALEXANDER VILLALOBO OSPINO
SERGIO MERCADO ARIAS**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
VALLEDUPAR - CESAR, COLOMBIA
2024**

**DESARROLLO DE UNA INCUBADORA DE HUEVOS QUE CONTROLE LAS
VARIABLES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD CON CONEXIÓN REMOTA VIA
INTERNET A UNA APLICACION ANDROID PARA LA PARCELA EXTENSIÓN
FINCA LAS MARÍAS**

**AUTORES: ALEXANDER
VILLALOBOS OSPINO SERGIO
MERCADO ARIAS**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRONICO**

**DIRECTOR TESIS
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
ING. MIGUEL ANGEL MEJIA ROBLES**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR FACULTAD
DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
VALLEDUPAR – CESAR**

2024

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a tres pilares fundamentales en mi vida: mis padres, Sergio Alejandro Mercado Velásquez y Enilda Arias Arias, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido mi fuente de fortaleza e inspiración a lo largo de este viaje académico. También dedico este trabajo a mi segunda madre, Alba Anabia Lizarazo Gómez, cuyo aliento y apoyo han sido el impulso vital que necesitaba para embarcarme en el camino de la ingeniería electrónica. Agradezco profundamente a Dios por guiarme y brindarme fuerza y sabiduría en cada paso de este camino. A todas esas personas que han creído en mí, agradezco profundamente su confianza y su fe en mis capacidades. Este logro es también suyo, y espero que este libro sea un pequeño tributo a su confianza y apoyo inquebrantables.

Sergio Mercado Arias

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a Dios, mi padre, por ser ese motor que me impulsa cada día y por brindarme la oportunidad de cumplir mis objetivos.

A mis padres, Carlos Villalobos Torres y Marlenes Elvira Ospino Ospino, les agradezco profundamente por su apoyo constante en todo momento. También quiero agradecer a mis hermanos, familiares y a todas las personas que estuvieron presentes en esta nueva etapa de mi vida.

Su apoyo incondicional ha sido fundamental para alcanzar este logro, y estoy enormemente agradecido por su presencia y respaldo en cada paso del camino.

Alexander Villalobos Ospino

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de este proyecto de grado. En primer lugar, a mis padres, Sergio Alejandro Mercado Velásquez y Enilda Arias Arias, por su constante apoyo, comprensión y sacrificio a lo largo de mi carrera académica. Su amor incondicional ha sido mi mayor motivación.

A mi segunda madre, Alba Anabia Lizarazo Gómez, por su aliento y estímulo desde el inicio de esta travesía. Su confianza en mí ha sido un impulso invaluable.

Agradezco profundamente a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar los desafíos que se presentaron en el camino hacia la culminación de este proyecto.

También quiero agradecer a Miguel Ángel Mejía Robles, por su orientación experta y su invaluable asesoramiento a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y dedicación han sido fundamentales para su realización.

A todos mis amigos, compañeros y familiares que me han brindado su apoyo, palabras de aliento y comprensión durante este arduo proceso, les estoy profundamente agradecido. Su presencia ha hecho que este viaje sea más significativo y memorable.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a todas las personas que creyeron en mí y en este proyecto. Su confianza y apoyo han sido fundamentales para alcanzar este logro. ¡Gracias!

Sergio Mercado Arias

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, estoy agradecido con Dios por ayudarme a cumplir mis metas.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos mis padres por su apoyo y ayuda en este proyecto.

Agradezco especialmente a nuestro director, el ingeniero Miguel Ángel Mejía Robles, por su apoyo y dedicación en la culminación de este proyecto.

También quiero agradecer a mis familiares, compañeros y profesores que me ayudaron a alcanzar este sueño de graduarme como ingeniero.

Finalmente, agradezco a la Universidad Popular del Cesar por acogerme como su hijo y por formarme con el conocimiento necesario para desempeñarme en el futuro.

Alexander Villalobos Ospino

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Con la presente hago constar que he leído la propuesta de trabajo de grado titulada **DESARROLLO DE UNA INCUBADORA DE HUEVOS QUE CONTROLE LAS VARIABLES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD CON CONEXION REMOTA VIA INTERNET A UNA APLICACION ANDROID PARA LA** parcela Villa Suguey, presentado por **ALEXANDER VILLALOBOS OSPINO** y **SERGIO MERCADO ARIAS** para optar al título de Ingeniero Electrónico, y acepto asesorarla en calidad de director durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación y evaluación. Igualmente me comprometo a asistir a las citaciones que el comité de proyectos considere necesarias para el seguimiento del proceso de elaboración del mismo.

Valledupar, 23 de marzo de 2020.



Miguel Angel Mejía Robles

Ingeniero Mecatrónico

C.C: 77.161.730

RESUMEN

En este proyecto de grado se explora el mundo de la incubación artificial de varios tipos de huevos de diferentes aves (gallina, pato, pavo, gallina de guinea, codorniz, urogallo y paloma), partiendo del proceso natural, controlando las variables, condiciones y aspectos críticos del proceso, con el fin de poder desarrollar un sistema de incubación artificial a pequeña escala, que independientemente a los procesos usados en ella, garantice un aumento representativo en su eficiencia, es decir, en el número de polluelos vivos obtenidos. Se desarrolla adicionalmente un sistema de gestión de análisis de datos capaz de construir una base sólida de conocimientos aplicables a este proceso para futuras mejoras en el arte de la incubación avícola.

ABSTRACT

This degree project explores the world of artificial incubation of various types of eggs of different birds (chicken, duck, turkey, guinea fowl, quail, grouse and pigeon), starting from the natural process, controlling the variables, conditions and critical aspects of the process, in order to develop a small-scale artificial incubation system that, independently of the processes used in it, guarantees a representative increase in its efficiency, that is, in the number of live chicks obtained. A data analysis management system capable of building a solid base of knowledge applicable to this process for future improvements in the art of poultry incubation is also developed.

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Contenido	11
Lista De Tablas	13
Lista De Figuras	14
Lista De Anexos	15
Introducción	16
Línea Y Tema De Investigación	17
Descripción Y Formulación Del Problema	18
Justificación	18
Objetivos Del Trabajo	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Antecedentes	21
Ámbito Internacional.	21
Ámbito Nacional.....	21
Ámbito Histórico.....	21
Ámbito Avícola.....	22
Marco Teórico	23
1. Incubación.....	23
1.1. Proceso De Incubación Natural.....	23
1.2. Fertilidad Y Manejo De Los Huevos	24
1.3. Problemas De Nacimiento.....	26
1.4. Almacenamiento	26
1.5. Tratamiento Posterior Al Nacimiento.....	27
1.6. Descripción De Una Incubadora De Huevos.....	28
1.7. Condiciones De Incubación.....	29
1.7.1. Control De Temperatura Y Humedad.	30
1.7.2. Ventilación	32
1.7.3. Posición Y Volteo De Los Huevos	32
2. Microcontroladores.....	33
3. Sensores.....	34
Diseño Y Construcción Del Prototipo	34

1.	Fabricación De La Estructura	35
2.	Adquisición De Componentes Electrónicos.....	35
2.1	Microcontroladores	36
2.2.	Pantalla Lcd	36
2.3.	Sensor De Temperatura Y Humedad.....	36
2.5.	Cable Calefactor 120w (Resistencia De Silicona Professional Para Incubadora).....	37
2.6.	Resistencia Tubular Sumergible Calentador Agua 1500w 110v	38
2.7.	Modulo Rf Wifi – Uart Esp8266 Esp-01s.....	38
3.	Diseño Y Desarrollo De Firmware Y Hardware.	39
3.1.	Desarrollo Hardware Del Prototipo Incubadora.	39
3.1.1.	El Control De La Temperatura.	40
3.1.2.	Diseño Interior.....	41
3.2.	Desarrollo Del Proyecto	41
3.3.	Envio Y Recepción De Los Datos	49
4.	Resultados Y Análisis.....	53
	Conclusiones Y Recomendaciones	55
	Conclusiones	55
	Recomendaciones	55
	Referencias Bibliografía	57
	Anexos	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Período de incubación en días de algunas aves.....	24
Tabla 2. Problemas de nacimiento.....	26
Tabla 3. Efecto del almacenamiento del huevo en la incubación y el periodo de incubación	27
Tabla 4. Condiciones de incubación para cada tipo de huevo	29
Tabla 5. Tabla de temperaturas bulbo húmedo real.	31
Tabla 6. Validación teórica de los requerimientos de RH.	37
Tabla 7: Datos de temperatura y humedad durante el primer día.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componente de un huevo.	23
Figura 2. Huevos en malas condiciones	25
Figura 3. Esquema general de una incubadora.....	28
Figura 4. Celda de aire en diferentes periodos de incubación.....	30
Figura 5. Ilustración del proceso de rotación de los huevos.	33
Figura 6. Fotografía de algunos microcontroladores de la empresa Microchip	33
Figura 7: Modelo terminado del prototipo de Incubadora para el proyecto.	35
Figura 8. Pantalla LCD 20X4	36
Figura 9: Calefactor con tapón de acople en latón, Forma “U”	38
Figura 10: PinOut del módulo wifi MD ESP8266 ESP-01S	38
Figura 11 Esquema de conexiones para el modulo de control de la incubadora..	39
Figura 12: Diseño de la incubadora culminado.....	40
Figura 13: Resistencia de calor.	40
Figura 14: Diseño del interior de incubadora.....	41
Figura 15: Recipiente del agua y control de humedad.	41
Figura 16: Selección de huevos fecundados.....	43
Figura 17:	43
Figura 18: Sistema de giros de las bandejas.....	45
Figura 19: Giro con Angulo de 45°	45
Figura 20: Diagrama de flujo del programa en Arduino.	46
Figura 21: Menú del sistema.	47
Figura 23: Creación del bloque de trabajo en la página web.....	49
Figura 24: Inicialización de las variables de la aplicación.....	50
Figura 25: vista principal en el aplicativo web Ubidots.	50
Figura 26: vista principal en el aplicativo web Ubidots	51
Figura 27: Icono de la aplicación instalado en un sistema Android.	52
Figura 28: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de las pruebas con las tres variables que se tuvieron en cuenta (Huevos No Fértiles, huevos No Eclosionados y Nacimientos Exitosos).	53
Figura 29: Polluelos nacidos de una de las pruebas realizadas.....	54

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de datos de componentes utilizados

ANEXO 2: Código implementado en Arduino.

ANEXO 3: Diagrama de flujo del programa de en Arduino.

ANEXO 4: Cronograma de Actividades

ANEXO 5: Presupuesto.

Capítulo 1

Introducción

El auge de la tecnología y la automatización de la industria en la actualidad, ha obligado a las empresas de los diferentes sectores económicos, incluyendo la industria avícola, a que sus procesos productivos sean adecuados a la utilización de equipos y/o maquinas (hardwares & Softwares) que mejoran la eficacia y eficiencia de las actividades, favoreciendo la productividad. Como consecuencia, los diferentes métodos de control como PLCs, sistemas de medición, sistemas de monitoreo y procesamientos de datos, han surgido como alternativas para cumplir con este propósito, además de su contribución al uso eficiente de energía y la disminución de la contaminación ambiental y los diferentes métodos de control como PLCs, sistemas de medición, sistemas de monitoreo y procesamiento de datos, es posible que cada día los procesos industriales puedan ser más eficientes, aumentando no solo la producción y reduciendo costos de los mismos, sino también disminuyendo los niveles de contaminación y de consumo energético.

El proceso de producción avícola se divide en varios eslabones, el primer eslabón es el encargado del sistema de incubación, donde se toman huevos previamente fertilizados y se ingresan dentro de una incubadora, la cual sustituye la función natural del ave, hasta nacer los polluelos o diversos tipos de aves. El equipo garantiza principalmente unas condiciones ambientales que logran que el proceso de incubación tenga una alta tasa de éxito, permitiendo que la industria avícola pueda ser explotada a gran escala.

Desafortunadamente para la producción a pequeña escala existen falencias, dado que la tecnología extranjera no es de fácil acceso, por su costo, para pequeñas empresas, obligándolos a utilizar métodos convencionales de incubación y volviéndolos poco competitivos en el mercado.

El desarrollo de sistemas de incubación para la industria a pequeña escala es de vital importancia para el sustento y el desarrollo económico y social de muchas

personas que trabajan en el campo, donde por el difícil acceso de las granjas y la poca capacidad económica, es difícil obtener las aves recién nacidas.

Dada las diversas necesidades dentro de la industria avícola, se propuso desarrollar un prototipo que logre atacar uno de los problemas del sector de manera innovadora. Diseñando un sistema de incubación que logre controlar las condiciones ideales de una incubadora artificial de pollos de manera automática con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso.

LÍNEA Y TEMA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta los lineamientos planteados en el acuerdo 015 del 28 de abril de 2021, el presente estudio corresponde con la modalidad de proyecto de grado y desarrollo tecnológico, el cual se construye en la línea institucional de investigación Energía, automática e instrumentación electrónica, y a su vez hace parte de las sublíneas de Sostenibilidad, Automatización y Control, debido a que contiene las áreas temáticas de Gestión ambiental y control de procesos industriales.

DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El sector avícola ha venido evolucionando de manera favorable en los últimos años, lo que le ha permitido consolidarse dentro de la estructura actual de la economía colombiana y de manera particular en la estructura económica del departamento de Santander, por lo cual, la avicultura puede constituirse en una opción generadora de ingresos y mano de obra en el Departamento del Cesar. Debido a la necesidad del propietario de la parcela extensión de la finca las marías, ubicada en la vía a la Meza – Cesar, de incorporar mejoras en el proceso de incubación, solicita la realización de una incubadora capaz de controlar las variables requeridas para el proceso (temperatura, humedad) y tiempo de incubación según el tipo de huevo escogido que son de gallina, pavo, pato y codorniz. Además, el propietario al no encontrarse constantemente en el sitio, contara con la realización de un aplicativo en su celular para el respectivo monitoreo y supervisión del proceso permitiéndole tomar las acciones necesarias, frente a las situaciones que se presenten en el proceso con el fin de mejorar la eficiencia en los nacimientos y otros intereses que el considere.

JUSTIFICACIÓN

El motivo principal para la ejecución de este proyecto consiste en desarrollar el control de un prototipo de una incubadora de huevos de aves de corral, capaz de aportar a una mayor producción de crías de aves de manera sencilla, permitiendo su respectivo análisis en periodos de tiempos establecidos de manera remota, para evitar el desperdicio de la materia prima, y disminuir el tiempo de nacimiento de los mismos y reducir la tasa de mortalidad.

Como innovación se propone la implementación del control de temperatura, puesto que se debe simular el proceso natural donde el ave se posa sobre los huevos para calentar la célula y de esta forma se desarrolle el embrión. El control de humedad es el que permite el ablandamiento de la cáscara del huevo; y el desarrollo de un aplicativo en su celular facilita la supervisión para el respectivo monitoreo y control

del proceso. La idea surge de la necesidad de desarrollo en el proceso de producción, ayudando a generar rentabilidad en el sector agropecuario en el departamento del Cesar, creando las condiciones que permitan avanzar en los diferentes proyectos, que conduzcan a elevar las cifras de producción que demanda la región. Fortaleciendo la productividad, impactando de forma positiva a los pequeños productores.

Al ser un proyecto multidisciplinario se entiende que no solo contiene ideas, conceptos, diseños concernientes a la Ingeniería Electrónica, si no que ahonda temas referentes a la Ingeniería Agropecuaria e incluso Ingeniería Mecánica, todo con el fin de generar conocimiento holístico y aportar al crecimiento en la producción de crías de aves.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo general

- Desarrollar una incubadora de huevos (gallina, pato, pavo y codorniz), que controle las variables de temperatura y humedad, a su vez permita la supervisión y el monitoreo remoto en la parcela extensión de la finca las marías, ubicada en la vía a la Mesa - Cesar.

Objetivos específicos

- Construir una incubadora de huevos que permita la correcta incubación de los diferentes tipos, es decir, (gallina, pato pavo y codorniz); y a su vez un sistema en la incubadora que permita el acoplamiento de cambio de bandeja de los mismos.
- Desarrollar el firmware y hardware que permita el control de las variables de temperatura y humedad.
- Diseñar una interfaz de usuario amigable para una interacción con el operario en el proceso de incubación.
- Realizar una aplicación Android para la supervisión y monitoreo del proceso de incubación con comunicación remota mediante internet con la incubadora para el propietario.
- Implementar un respaldo de energía para la incubadora amigable con el medio ambiente.

MARCOS REFERENCIALES

ANTECEDENTES

Para el desarrollo del trabajo se analizaron diversos artículos y tesis e información de fabricantes de equipos, es así como se presenta:

Ámbito internacional.

Ámbito nacional

En la actualidad la avicultura colombiana solo cuenta con reproductoras que son obtenidas de mercados extranjeros. La actividad avícola en Colombia se ha caracterizado por ser una iniciativa “particular”, la cual se ha establecido como una industria moderna, tecnificada, sistematizada y eficiente, generando alianzas y estrategias competitivas tanto a nivel nacional como internacional.

El proceso de incubación artificial de huevos se considera como uno de los eslabones más importantes en la cadena avícola, ya que el éxito en el proceso de incubación depende del manejo en la granja de reproductores, donde se debe vigilar la nutrición, reproducción y sanidad, además de control de calidad e higiene y almacenamiento de los huevos y el manejo de la planta de incubación, donde se controlan parámetros de higiene, almacenamiento de los huevos, eficiencia en el manejo de incubadoras y nacederas, manejo del pollito de un día de edad [1].

En la incubación artificial tienen lugar un conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo, que son creados en forma artificial [2].

Ámbito Histórico

Es importante conocer un poco acerca de qué es la incubación, el origen de la incubadora y su evolución con el paso del tiempo. La incubación es una práctica muy antigua, data del año 400 A.C cuando los egipcios incubaban huevos de aves en pilas de estiércol y del año 246 A.C donde los chinos desarrollaron la incubadora artificial; estos dos métodos utilizados para la incubación fueron utilizados a gran escala y tenían la capacidad de almacenar hasta 36,000 huevos [3].

La temperatura utilizada para la incubación en ese tiempo, era ajustada con base al ojo humano, se colocaba un huevo incubado en la órbita del ojo humano de la persona para así determinar la temperatura precisa.

En ese entonces, las zonas primitivas de incubación eran muy húmedas y con el calor que se generaba se llegaba a producir agua alrededor de los huevos que estaban dentro de la incubadora, por esta razón, el volteo de los huevos era aproximadamente 5 veces al día, después del cuarto día de incubación [4].

Fue en 1844 cuando se construyen y patentan las incubadoras en Estados Unidos, la incubadora precursora de esto fue la incubadora Smith, la cual fue patentada en 1918 y estaba constituida por un cuarto grande en donde estaban colocados unos ventiladores los cuales se encargaban de forzar el aire caliente por toda la zona. Gracias a la creación de esa incubadora hoy en día existen incubadoras eficientes y a gran escala, usadas para incubar huevos de pollo, pavo, pato y otros. Para poder diseñar una incubadora avícola eficiente es necesario conocer cuáles son los períodos de incubación y las condiciones para la incubación de los huevos, y así tener un resultado deseado [5]

Ámbito Avícola

El sector avícola se ha ido consolidando como un renglón de la economía nacional, generador de empleo directo e indirecto, implementación de nuevas tecnologías han permitido industrializar las producciones avícolas y ofrecer a los consumidores una fuente alterna de proteína animal. Para el mes de agosto en Colombia se encaseteron 61.5 millones de pollo y al año se producen 1.1 millones de toneladas de pollo para 2013. (FENAVI, 2013). En la cadena avícola existen varios eslabones de producción, entre los que encontramos producción de bisabuelas, desarrollo de líneas genéticas, abuelas o producción y comercialización de líneas genéticas y los padres que son los reproductores y son los que producen los huevos para ser incubados artificialmente [6].

En la actualidad la avicultura colombiana solo cuenta con reproductoras que son obtenidas de mercados extranjeros. La actividad avícola en Colombia se ha caracterizado por ser una iniciativa “particular”, la cual se ha establecido como una industria moderna, tecnificada, sistematizada y eficiente, generando alianzas y estrategias competitivas tanto a nivel nacional como internacional. El proceso de incubación artificial de huevos se considera como uno de los eslabones más importantes en la cadena avícola, ya que el éxito en el proceso de incubación depende del manejo en la granja de reproductores, donde se debe vigilar la nutrición, reproducción y sanidad, además de control de calidad e higiene y almacenamiento de los huevos y el manejo de la planta de incubación, donde se controlan parámetros de higiene, almacenamiento de los huevos, eficiencia en el manejo de incubadoras y nacederas, manejo del pollito de un día de edad [7]

Marco teórico

1. Incubación

1.1. Proceso de incubación natural

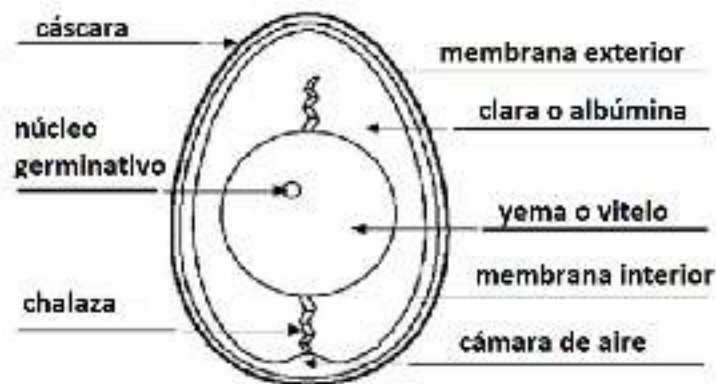
El proceso de incubación natural es el proceso normal de las aves para reproducirse, es importante tener un entendimiento del proceso natural con el fin de tener un mejor manejo en el proceso de incubación artificial. Podemos definir que el proceso de incubación es la suma de varios factores; Temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos, entre otros, donde la temperatura hace referencia a uno de los factores más importante durante el proceso de incubación.

Primero se describen las partes principales de un huevo. La superficie es una cáscara caliza dura de pocos milímetros de grosor que además de proteger el embrión permite la oxigenación del huevo a partir de minúsculos poros que se encuentran en su superficie. El huevo también cuenta con dos membranas que están separadas entre sí justo después de la cascara como se puede observar en la figura 1 y que forman una cámara de aire en la parte más gruesa como se puede observar al final del proceso de incubación. El proceso de incubación de pollos es un proceso de 21 días aproximadamente en donde el embrión se desarrolla hasta convertirse en un pollito.

Las aves contienen fotorreceptores, que utilizan para medir tanto la intensidad de luz y la temperatura en el ambiente; cuando estas condiciones son satisfactorias la gallina comienza a generar hormonas para comenzar el proceso de reproducción y posterior el proceso de incubación. [8]

Figura 1.

Componente de un huevo.



*Nota: Tomado de Guía de Manejo de la Incubadora,
http://cobbvantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf.*

El ave presenta varios cambios físicos cuando la cloquera comienza a funcionar, formando vasos sanguíneos que suben la temperatura de la piel. Este órgano es importante para el proceso, ya que detecta el movimiento del embrión y mide su temperatura [9]

El período de incubación es el papel que se juega para que el huevo se desarrolle de manera correcta, esto depende del tiempo que sea necesario para lograrlo, puede llegar a ser un tiempo tan corto o tan largo como sea necesario.

Estos períodos varían con respecto al huevo del ave que se desee incubar. De forma general, se sabe que entre más grande sea el huevo, mayor será el período de incubación. Es de suma importancia tener conocimiento de que pueden existir casos en que no sea aplicable esa teoría ya que el tamaño del huevo no es un único factor que interviene para la incubación avícola. Existen factores como la temperatura y la humedad los cuales también varían dentro de la incubadora y son de suma importancia para el buen desarrollo del huevo;

Tabla 1.

Período de incubación en días de algunas aves.

ESPECIE (Aves)	PERIODO DE INCUBACIÓN (Días)
Pollo	21
Pavo	28
Gallina	27
Avestruz	42
Pato	28
Pato (Muscovy)	36
Ganso	32
Pavorreal	29
Codorniz	23
Codorniz (Coturnix)	16
Faisan	23
Gallo de las praderas	23
Paloma	18
Canario	12
Periquito	19
Urogalla	23

Nota: Tomado de Incubadora Avícola," p. 92, 2014, www.zaragoza.unam.mx/portal/wp/tesis_castilla_gomez.pdf.

1.2. Fertilidad y manejo de los huevos

Es importante tener en cuenta que el éxito del proceso de incubación artificial depende de variables durante el periodo de gestación del huevo como la temperatura, la humedad y oxigenación, factores biológicos del huevo, genética, tamaño, alimentación del ave, procedencia, entre otros [10]

Debido a que las incubadoras no tienen influencias sobre la fertilidad, el éxito del proceso se debe medir en base al porcentaje de los nacimientos fértiles. Esto quiere decir que el nacimiento de los huevos fértiles está basado en la fertilidad del lote y la incubabilidad, esto es:

$$\% \text{Nacimientos fértiles} = \frac{\% \text{Fertilidad del lote} \cdot 100}{\% \text{Incubabilidad}}$$

El pico para medir un buen proceso de incubación a gran escala está en base a 96.7% de fertilidad en base a 93.5% de nacimientos fértiles.

El manejo de los huevos determina la calidad del pollito y la óptima incubación, por lo cual es de gran importancia tener claro algunos factores que deben ser revisados antes y durante la incubación [11].

1. No utilizar huevos de piso debido a que esté baja la incubabilidad.
2. Evitar las grietas durante el manejo de los huevos.
3. Colocar los huevos en la incubadora con la punta más pequeña hacia abajo.
4. Detectar los huevos muy pequeños.
5. Almacenar los huevos donde la temperatura y la humedad sean controlados.
6. Mantener la sala limpia y pulcra.

Se deben remover los huevos que tengan unas malas características de incubabilidad, estas características se pueden ver ilustradas en la figura 2.

Figura 2.

Huevos en malas condiciones



Nota: Tomado de Guía de Manejo de la Incubadora,

<http://cobbvantress.com/languages/guides/les/e420c01f-a164-4890-9963->

1.3. Problemas de nacimiento

Cuando ocurren problemas de nacimiento al final del proceso es de gran utilidad determinar las causas y así poder tomar medidas correctivas con el fin de eliminar las causas o mitigarlas lo más posible.

Tabla 2.
Problemas de nacimiento

Problema	Causas
<i>Nacimiento temprano</i>	<ul style="list-style-type: none">• Alta temperatura 1 – 19 días• Huevos pequeños
<i>Nacimiento tardío</i>	<ul style="list-style-type: none">• Bajas temperaturas o humedad 1 – 19 días• Almacenamiento de huevos• Huevos grandes
<i>Pollitos pegajosos</i>	<ul style="list-style-type: none">• Baja temperatura en la nacedora• Temperatura muy alta 20 – 21 días• Almacenamiento de huevos• Huevos rotos en bandejas• Inadecuado volteo
<i>Malas posiciones</i>	<ul style="list-style-type: none">• Huevos colocados hacia abajo• Huevos deformes
<i>Ombigos abiertos</i>	<ul style="list-style-type: none">• Inadecuado volteo• Altas temperaturas 1 -19 días• Alta humedad 20 – 21 días• Almacenamiento de huevos
<i>Problemas locomotores</i>	<ul style="list-style-type: none">• Variación de la temperatura durante la incubación• Edad del lote• Manejo de los huevos la primera semana de incubación
<i>Pollitos anormales</i>	<ul style="list-style-type: none">• Pico torcido: Hereditario o infección viral• Perdida de ojos: Altas temperaturas o manejo del huevo• Cuello anormal: Nutrición• Dedos torcidos: Temperatura y nutrición• Piernas abiertas: Superficie lisa en las bandejas de la

Nota: Tomado de Guía de Manejo de la Incubadora, http://cobbvantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf.

1.4. Almacenamiento

El almacenamiento de los huevos es un factor clave que influye en el porcentaje de incubabilidad, este consiste en el tiempo que transcurre entre la recogida del

huevo del corral hasta que se ingresa en la incubadora. El almacenamiento normalmente no dura más de 7 días, pero por factores comerciales puede tender a extenderse varios días más. Un almacenamiento prolongado puede generar una reducción en la tasa de eclosión, prolongación del periodo de incubación y afectar el crecimiento posterior del pollito [12]

Tabla 3.

Efecto del almacenamiento del huevo en la incubación y el periodo de incubación

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	% DE INCUBABILIDAD DE HUEVOS FÉRTILES	TIEMPO DE NACIMIENTO CON RETRASO SOBRE LAS HORAS NORMALES
1	88	0
4	87	0,7
7	79	1,8
10	68	3,2
13	56	4,6
16	44	6,3
19	30	8,0
22	26	9,7
25	0	11,8

Nota: Adaptado de Callejo Ramos, A-Manejo del huevo fértil antes de la incubación

Un periodo de almacenamiento largo lleva normalmente a un aumento en la tasa de mortalidad en la primera parte de la etapa de incubabilidad, este se puede confundir con un problema de fertilidad de los huevos y se puede hacer un plan para atacar un problema erróneo.

1.5. Tratamiento posterior al nacimiento

Entre el día 21 y el momento en el que el pollito es colocado en un ambiente externo, se debe realizar un tratamiento para no provocar la muerte por desconocimiento del procedimiento adecuado.

El procedimiento cuenta con 3 recomendaciones que son de vital importancia para culminar con éxito todo el proceso:

Primero: Una recomendación es que cuando el tiempo de incubación cumple los 21 días, tres horas después de ese momento (si todas las condiciones nombradas anteriormente en este capítulo se cumplen) todos los pollitos deben haber salido del huevo, si alguno no salido se le puede ayudar rompiendo un poco la punta más ancha del huevo y rompiendo la membrana que los cubre.

Segundo: Se dejan los pollitos en las condiciones de incubación durante 24 horas y posterior a este tiempo se verifica que los pollitos ya estén secos y que se observen en óptimas condiciones; a los que aún no cumplan estas características se le deja más tiempo al interior.

Tercera: Los pollitos listos se pueden colocar en un corral o alguna caja donde no haya circulación de aire y se mantienen en un ambiente tibio, este se puede lograr con una bombilla o un espacio cerrado.

1.6. Descripción de una incubadora de Huevos

La incubadora de huevos es un dispositivo utilizado en la industria avícola con el fin de sustituir a las aves involucradas en el proceso natural de producción de polluelos. El equipo tiene como principal objetivo mantener unas condiciones estables de temperatura y humedad con el fin de garantizar la mayor probabilidad de nacidos en el proceso de incubación.

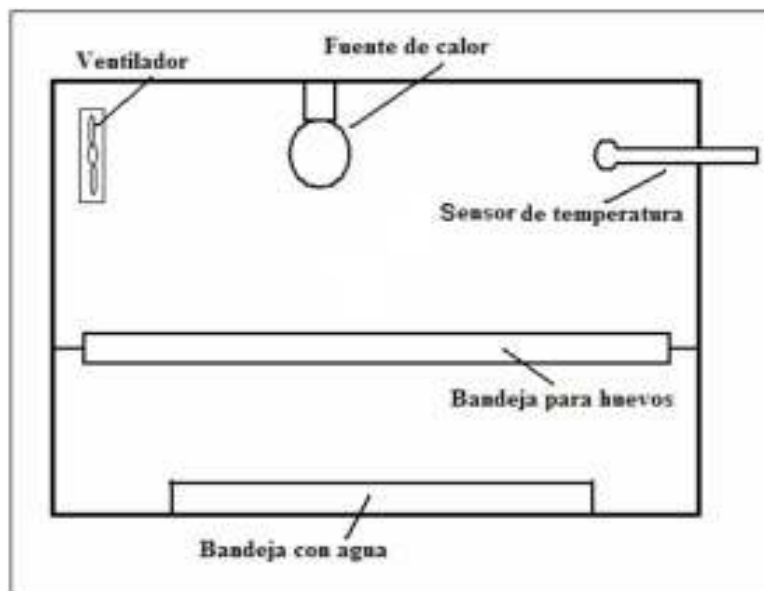
El proceso natural de incubación tiene algunos inconvenientes dado que las aves solo están cluecas en determinadas épocas del año y el resto del tiempo no pueden incubar. Esta es la principal importancia de las incubadoras artificiales, dado que se puede incubar huevos en cualquier momento del año.

Los sistemas de incubación son sistemas en su mayoría totalmente automáticos, en donde se manejan tres elementos principalmente; la temperatura, la humedad y la rotación. El buen manejo de estos tres elementos determinará la eficiencia de la incubadora, haciendo posible que el porcentaje de polluelos natos sea el más alto posible.

La capacidad en las incubadoras de huevo varía entre pequeña, media, gran escala y escala industrial con una cantidad de huevos entre los: 0 – 200, 200 – 1000, 1000 – 3000 y 3000 – 150000 respectivamente.

Figura 3.

Esquema general de una incubadora.



Nota: tomado de E. Ramirez y H. Guillermo, “Diseño y construcción de una incubadora para el estudio de embriones de pollo,”

De manera general una incubadora es un recinto que no es totalmente cerrado (cambios de aire), este puede tener diversas formas como, semiesféricas, la más común como cajas, cilíndricas, entre otras. Sus partes principales son:

- Elemento disipador de calor: como resistencias o bombillas.
- Sistema de circulación de aire: que permite realizar los cambios de aire necesarios, y mantener una buena distribución de temperaturas dentro de la unidad.
- Sistema de control de humedad: para así mantener la humedad relativa en ciertos rangos determinados.
- Sistema de control de la temperatura: el cual permite tener la temperatura dentro de la unidad en un rango determinado [13].

1.7. Condiciones de incubación

Siguiendo adecuadamente este proceso durante un determinado tiempo, aumentamos en gran medida la posibilidad de que nazcan la mayor cantidad de aves. Los huevos de cada especie de ave poseen características propias para su incubación, de manera que la incubadora debe generar condiciones adecuadas para que se logre el nacimiento de las aves. En la Tabla 1 se encuentran las características antes mencionadas [14].

Tabla 4.
Condiciones de incubación para cada tipo de huevo

Tipo de Ave	Tiempo de Incubación (días)	Temperatura de Incubación	Humedad relativa en la Incubación	Movimientos del Huevo (mínimo de veces por día)
Gallina	21 a 22	37.5°C	60% tendiendo a subir.	4
Codorniz	16 a 17	37.5°C a 38.3°C	60% hasta el 14vo. Día y aumentando hasta la eclosión a 90%	2
Pato	28 a 30	20°C a 21°C	55% aumentando a 75% en los tres últimos días	3 (por un espacio de 8 hrs. cada vez)
Avestruz	39	36°C a 36.5°C	20% y 30%	8 a 10

Nota: O. D. Funez Incubadora De Huevos De Gallina De Corral p6

1.7.1. Control de temperatura y humedad.

El periodo de incubación es un proceso en donde se deben mantener unas condiciones estables y uniformes de estas dos variables para garantizar el éxito del proceso. Estas condiciones deben cumplir:

$$T_{\text{incubación}} = 37.5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$$

$$H_{\text{incubación}} = [55 - 65]\% \text{ días } 1 \text{ a } 18, [65 - 75]\% \text{ días } 19 \text{ a } 30.$$

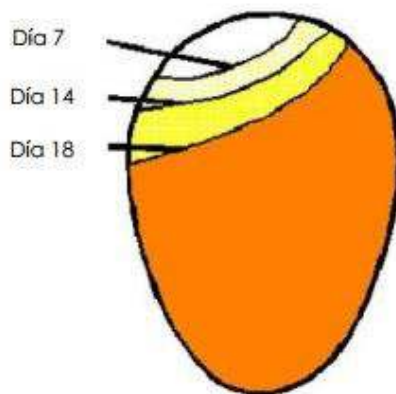
La eficiencia y el éxito de los nacimientos están directamente relacionado con el control de estas variables, donde el aumento o la disminución excesiva de la temperatura y/o la humedad por un lapso de tiempo suficiente, causa una disminución significativa en el número de nacimientos. Por ejemplo, las temperaturas altas pueden ocasionar el nacimiento de los polluelos prematuramente y las temperaturas bajas un nacimiento tardío, de cualquier manera, el mal control reduce el número de nacidos.

Existe un método el cual permite controlar la humedad, es conocido como método del huevo al trasluz. Este método es utilizado por la mayoría de los granjeros para conocer cuáles de los huevos que quieran eclosionar son fértiles y cuales saldrán del cascarón, de igual forma permite saber si un huevo fertilizado ha dejado de desarrollarse.

Este método consiste en iluminar el interior de un huevo para ver lo que está dentro del cascarón, esto es importante debido a que es necesario estar supervisando el proceso del desarrollo del embrión. La técnica implica alumbrar al huevo con una luz bastante potente la cual permita ver su interior, en especial lo que se conoce como celda de aire y verificar que el embrión se está desarrollando de manera adecuada. Esto debe llevarse a cabo dentro de una habitación oscura para poder tener una mejor apreciación del interior del huevo [15].

Figura 4.

Celda de aire en diferentes periodos de incubación



Nota: tomado de Castilla "Incubadora Avícola" from

https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf

En la Figura se puede observar el tamaño de la celda de aire en distintos períodos de la incubación (Día 7, Día 14 y Día 18). En la mayoría de las industrias el nivel de humedad se expresa en términos de grados F (bulbo húmedo) en lugar de porcentaje de humedad relativa. Los dos términos pueden ser intercambiables ya que la humedad real depende de la temperatura CF) la cual se mide con el bulbo de un termómetro seco. Para conocer el equivalente de las medidas de humedad de ambos términos se puede utilizar la Tabla donde los valores de incubación de temperaturas de bulbo húmedo real se muestran horizontalmente [16].

Tabla 5.

Tabla de temperaturas bulbo húmedo real.

HUMEDAD RELATIVA	99°F (37.2°C)	100°F (37.7°C)	101°F (38.3°C)	102°F (38.8°C)
45	80.5	81.3	82.2	83.0
50	82.5	83.3	84.2	85.0
55	84.5	85.3	86.2	87.0
60	86.5	87.3	88.2	89.0
65	88.0	89.0	90.0	91.0
70	89.7	90.7	91.7	92.7

Nota: tomado y adaptado de Castilla “Incubadora Avícola” from

https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf

p-

[content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf)

Existen dispositivos para poder examinar los huevos al trasluz, los cuales pueden ser adquiridos en cualquier tienda de suministros para aves. También, se pueden fabricar con una bombilla de 60 watts, la cual se coloca dentro de un bote de café, haciéndole un hueco de 2.5 cm (1 pulgada) de diámetro en la parte superior al bote. La forma más sencilla es con una linterna muy potente y cubrir la abertura de la misma con un pedazo de cartulina con un hueco de 2.5 cm (1 pulgada) de diámetro en el centro.

Ya que, si se requiere hacerlo de manera más profesional, existe un aparato llamado ovoscopio, el cual tiene un soporte giratorio donde se coloca el huevo, este se cubre con una tapa que bloquea cualquier tipo de luz del ambiente. Posteriormente, se puede observar el huevo a través de un ocular que agranda ligeramente al mismo para poder revisarlo de una forma más fácil.

Es recomendable llevar a cabo este método incluso antes de ingresar los huevos dentro de la incubadora, debido a que se puede apreciar como luce un huevo internamente antes de que empiece a desarrollarse el embrión con el fin de poder hacer comparaciones posteriores [17]

1.7.2. Ventilación

Son 3 tipos diferentes de ventilación requerida

- 1 Ventilación para remover el exceso de calor de la actividad del embrión dentro del huevo, la cual se incrementa a medida que el embrión crece.
- 2 Ventilación requerida dentro de la incubadora para remover el dióxido de carbono (CO₂), y renovar el oxígeno (O₂), que es necesario incrementar a medida que el embrión se desarrolla.
- 3 Ventilación para remover la humedad o vapor de agua resultante de la respiración del embrión a través de los poros de la cáscara, que se incrementa a medida que el embrión crece [18].

1.7.3. Posición y volteo de los huevos

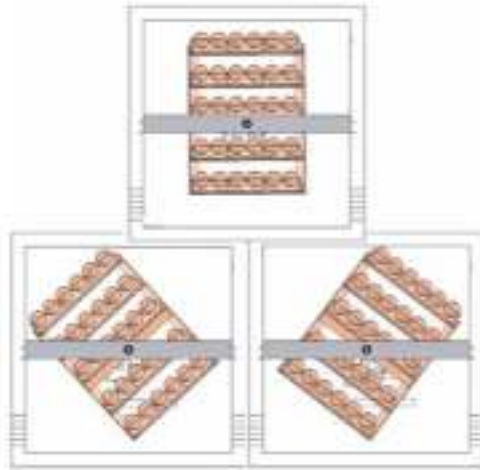
La rotación de los huevos es una acción natural que la gallina realiza volteando cada uno de ellos y logrando así que la yema no se adhiera a la cáscara. Esta variable al igual que las anteriores determina el éxito de los nacimientos.

Con respecto a esta variable existen varios métodos que se proponen en la literatura con relación a los intervalos en el que se debe voltear los huevos por día, en especial en las primeras dos semanas del proceso de incubación dado que es importante para:

- La formación de la membrana de la vesícula vitelina y vasos sanguíneos
- Para suministrar nutrientes a los órganos extraembrionarios
- Eliminar el calor metabólico

Uno de los protocolos más evidenciados en varios desarrollos en diversas incubadoras, es el volteo de las bandejas contenedoras, 45° a cada lado con mínimo 5 rotaciones por día y con una mayor eficiencia cuando se realiza un giro cada hora de los [12-18] primeros días.

Figura 5.
Ilustración del proceso de rotación de los huevos.



Nota: Tomado de e: (Jiménez Rueda & Veloza Caro, 2008).

1.7.4. Ventilación

La ventilación es un factor importante durante la incubación. En el proceso de incubación, mientras el embrión se está desarrollando, hay un flujo constante de dióxido de carbono y oxígeno por medio de la cáscara. Mientras se termina el proceso de incubación es necesario tener aperturas dentro de la incubadora con las que se pueda crear el intercambio de oxígeno necesario para la oxigenación del embrión.

2. Microcontroladores

Un microcontrolador se entiende como un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada, salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora. En este orden de ideas, un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado [19].

Para diseñar programas es necesario conocer los bloques funcionales básicos del microcontrolador, estos bloques son:

Figura 6.

Fotografía de algunos microcontroladores de la empresa Microchip



- **CPU** (Unidad central de proceso)
- **Memoria ROM** (Memoria de solo lectura)
- **Memoria RAM** (Memoria de acceso aleatorio)
- **Líneas de entrada y salida** (Periféricos)

La forma en la que interactúan estos bloques dependerá de su arquitectura.

La CPU posee, de manera independiente, una memoria de acceso rápido para almacenar datos denominada registros, si estos registros son de 8 bits se dice que el microcontrolador es de 8 bits.

3. Sensores.

Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas llamadas variables de instrumentación, que pueden ser la intensidad lumínica, la temperatura, distancia, aceleración, etc. El sensor de temperatura empleado más habitualmente es el sensor termopolar. Está formado por mecanismos muy sencillos constituidos por dos materiales metálicos de diferente naturaleza unidos mediante uniones llamadas unión fría y unión caliente. El grado de temperatura que detectan estas uniones genera una diferencia de potencial estrechamente dependiente de la naturaleza de los materiales. El sensor térmico transforma esta diferencia de potencial en una señal eléctrica.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

En este apartado se muestra la metodología implementada para lograr los objetivos propuestos en el presente proyecto, el cual tiene la finalidad de diseñar y construir

el prototipo de una incubadora de huevo para la parcela extensión Finca las Marias; este proceso consta de las siguientes etapas:

1. Fabricación de la Estructura

La estructura construida en madera con un capa de barniz color natural de medidas 70,00 cm x 66,00 cm x 52,50 cm (alto, ancho, profundidad) con una compuerta de bisagras y encima una caja de medidas de 20cm x 20 cm x 10 cm (alto, ancho, profundidad) La puerta de la incubadora está hecha de tal forma para dejar una ventana de vidrio que permita al usuario la inspección del proceso de incubación.

La incubadora fue construida originalmente con diez canales con capacidad de 6 huevos para un total de 60 huevos, con un sistema de temperatura y humedad compuesto de una termocupla y un sensor de humedad relativa.

Para el control de humedad se tenía un recipiente con agua con un ventilador no controlado para humidificar el aire, una resistencia eléctrica de 100W controlada por la activación de un contactor por medio de un control On- Off y por último un sistema de giro automático programado.

Figura 7:

Modelo terminado del prototipo de Incubadora para el proyecto.



Nota: Elaboración Autor.

2. Adquisición de componentes electrónicos

Los siguientes componentes hacen parte de los recursos necesarios para el diseño de la tarjeta control de datos, la cual cumple la función de monitorear y controlar las RPM en el equipo test de jarra.

2.1 Microcontroladores

El sistema de procesamiento usado fue un micro controlador Arduino ATMEGA328P, con un dispositivo shield data logger para poder guardar los datos de humedad y temperatura al interior de la incubadora. El Microcontrolador RISC AVR de la compañía ATMEL, posee una resolución de 8 bits, con memoria Flash de 32KB con la capacidad de lectura y escritura, a través de comunicación ISP.

Cuenta con una memoria RAM de 1KB, con 23 pines de propósito general, usadas como entradas/salidas, cuenta con 32 registros de trabajo de propósito general, 3 temporizadores flexibles/comparadores, se pueden generar interrupciones internas y externas.

Se programa a través de comunicación serie USART, con una interfaz serial de 2 hilos orientado a bytes. Cuenta con un puerto serie SPI, un conversor analógico a digital de 10 bits de 6 canales. Funciona a través de un oscilador interno el cual se encarga de proporcionar las frecuencias de reloj para que funcione correctamente.

Mediante la ejecución de las instrucciones de gran alcance en un solo ciclo de reloj, el dispositivo alcanza rendimientos se acercan a 1 MIPS por MHz, por lo que permite equilibrar el consumo de energía y la velocidad de procesamiento.

2.2. Pantalla LCD

Display LCD alfanumérico de 20x4. Backlight tipo LED color azul. Interface paralela. 5V.; la conexión puede hacerse en paralelo o por protocolo SPI [25]. En la figura 8 se muestra la pantalla LCD 20x4. Ver ANEXO 2 (http://www.systronix.com/access/Systronix_20x4_lcd_brief_data.pdf)

Figura 8.
Pantalla LCD 20X4



Nota: Tomada de pantalla LCD 20x4 [Fotografía], por Vistronica SAS, 2021, <https://www.vistronica.com/es/display/pantalla-lcd-20x4-blacklight-azuldetail.html>

2.3. Sensor de temperatura y humedad

Los sensores DHTxx son sensores de humedad y temperatura, el sensor DHT11 es un sensor de bajo costo, digital y pre-calibrado, de una resolución máxima de 1°C

que usa un protocolo OneWrite serie. Los que le siguen DHT22 y DHT33 tienen las mismas características que el DHT11 pero con una resolución mucho más fina de 0.1°C. La diferencia entre los dos últimos es que el DHT33 utiliza un sensor DS18B20 para medir temperatura [20].

Tabla 6.

Validación teórica de los requerimientos de RH.

	DHT22	Condiciones de Incubación
Humedad Relativa	0 – 100%RH	60 – 85% RH
Exactitud	± 2%RH	± 5% RH
Temperatura del Aire	± 2% RH 20 – 80 °C ± 4% RH 10 – 20 °C ± 5% RH 0 – 10 °C	37°C 25°C

Nota: Adaptado de (Aosong Electronics Co., n.d.).

Los sensores DS18B20 son sensores de temperatura pre-calibrados con protocolo OneWrite, una precisión de 0.5°C para rangos entre -10°C y 85°C con una resolución de 9-12 bits y un rango de trabajo desde -55°C hasta 180°C.

2.5. Cable calefactor 120W (Resistencia de silicona Professional para Incubadora)

Resistencia eléctrica de silicona y fibra de carbono con esta resistencia se produce el calor necesario gradualmente, reemplazando las bombillas convencionales ya que con estas cuando dispara el termostato aumenta la temperatura en exceso. Gracias a la resistencia de silicona y un termostato se logra mantener la incubadora entre 37,5 y 37,8 grados imprescindible para una correcta incubación.

2.6. Resistencia Tubular Sumergible Calentador Agua 1500w 110v

Figura 9:

Calefactor con tapón de acople en latón, Forma “U”



NOTA: tomado de RESISTENCIAS ELÉCTRICAS CALEFACTORAS de <https://brototermic.com/docs/catalogo-Brototermic-resistencias.pdf>

2.7. MODULO RF WIFI – UART ESP8266 ESP-01S

El Módulo Wifi ESP8266 ofrece una buena solución y muy económica para conexión a redes Wi-Fi. Este módulo permite al usuario, delegar todas las funciones relacionadas con Wi-Fi y TCP/IP. El módulo wifi serial ESP8266 es capaz de funcionar como “adaptador de red” en sistemas basados en microcontroladores y Arduino.

Se trata de uno de los módulos wifi más económico en el mercado y que además tiene las características necesarias para poder utilizarse sin problemas, ya que se dispone de mucha información ya desarrollada. Úsalo para habilitar tus productos y prototipos para la era del Internet de las cosas.

Figura 10:

PinOut del módulo wifi MD ESP8266 ESP-01S



NOTA: Tomado de <https://ssdielect.com/sistemas-de-desarrollo-esp8266-wifi/161-md-esp8266-esp-01s.html>

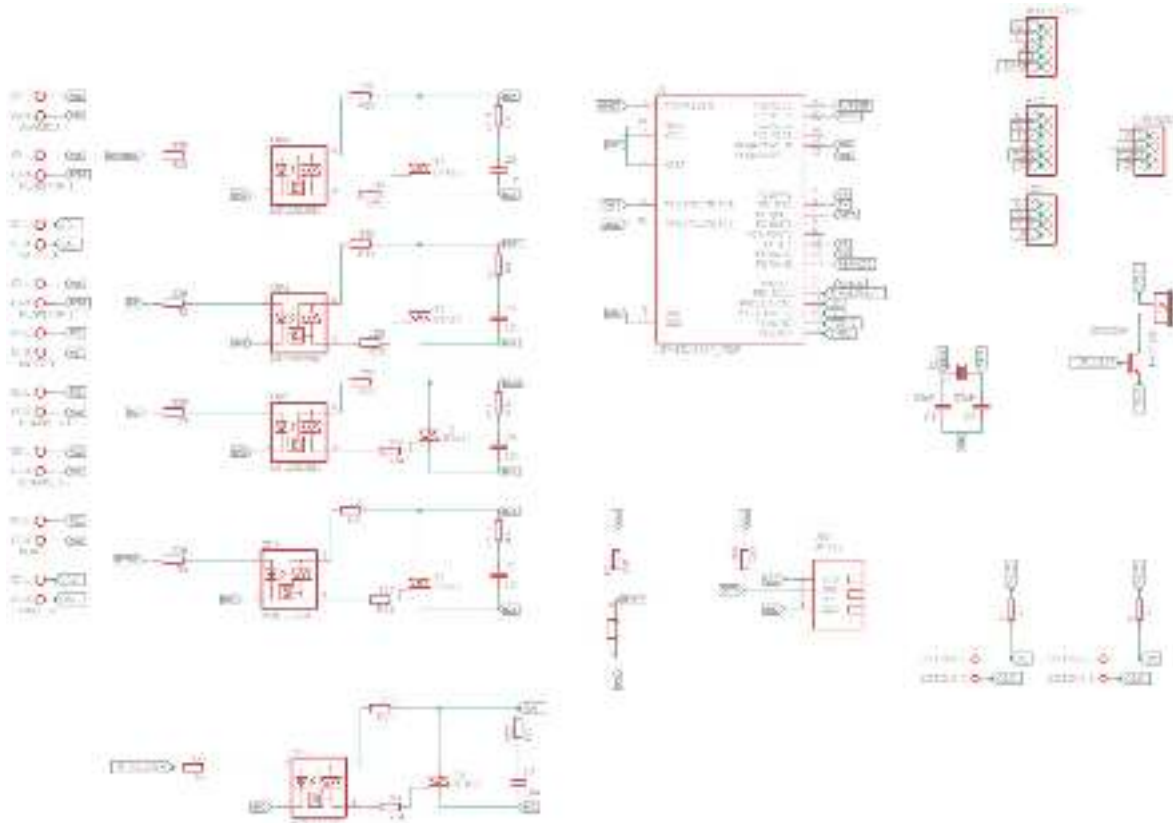
3. Diseño y desarrollo de firmware y hardware.

3.1. Desarrollo hardware del prototipo Incubadora.

Para el desarrollo del hardware se diseñó distintos esquemáticos con todos los componentes anteriormente mencionados y la conexión entre ellos. La construcción hardware del módulo es con el microcontrolador ATMEGA328P, en la figura 11 se observa los diferentes componentes electrónicos, conexiones y esquema electrónico.

Figura 11

Esquema de conexiones para el modulo de control de la incubadora.



NOTA: Elaboración propia.

El primer paso es la construcción de la base de la Incubadora, a la que le daremos forma de caja. El proceso se realizará mediante la unión de tablas de madera, ya que este material retiene y mantiene adecuadamente la temperatura ambiente.

Figura 12:
Diseño de la incubadora culminado



NOTA: Elaboración propia.

La puerta de la incubadora está hecha de tal forma para dejar una ventana de vidrio que permita al usuario la inspección del proceso de incubación.

3.1.1. EL CONTROL DE LA TEMPERATURA.

Una de las piezas fundamentales para dotar a este aparato de sistema eléctrico es la resistencia de calor que viene en forma de cable revestido con un aislante eléctrico, que es la encargada de mantener la temperatura entre el rango seleccionada, en necesario que se disponga de un sensor adecuado con una alta precisión para su respectiva lectura de calor.

Dicho sensor se colocará en la parte interna a la altura de la bandeja donde se situarán los huevos.

Figura 13:
Resistencia de calor.



NOTA: Elaboración propia.

3.1.2. DISEÑO INTERIOR.

La bandeja para depositar los huevos se hizo por separado de forma rectangular con unas pequeñas perforaciones circulares donde se introducen los huevos y adicional ser sujetos por la misma bandeja evitando la posibilidad que al realizar el giro estos se salgan de la bandeja.

Figura 14:

Diseño del interior de incubadora.



NOTA: Elaboración propia.

El artilugio encargado de almacenar el agua donde se introduce la resistencia de calor para el respectivo control de la humedad se realizó mediante un tubo de 2 pulgadas con pequeñas perforaciones para que, al calentar el agua, esta ese vapor de agua se valla a hacía, donde se encuentran las bandejas.

Figura 15:

Recipiente del agua y control de humedad.



NOTA: Elaboración propia.

3.2. Desarrollo del Proyecto

Los datos obtenidos en el proceso de prueba del sistema de incubación con huevos de gallina fertilizados se presentan en la (tabla 3). El sistema se programó para

mantener la temperatura ambiente en la cámara en un rango de 37 – 38°C durante la incubación y 36°C durante la eclosión. La humedad relativa se programó en un rango de 59% durante la incubación y 64% durante la eclosión. En el tiempo del periodo de incubación de 21 días, las lecturas de temperatura y humedad en la cámara de la incubadora se tomaron en bases horarias.

La humedad aumento aproximadamente 3 días antes del final de la incubación con la finalidad de ablandar las cascaras de los huevos de modo que los pollitos puedan romper fácilmente y emerger de ellas. Los datos fueron logrados durante este periodo.

Tabla 7:

Datos de temperatura y humedad durante el primer día.

TEMPERATURA	HUMEDAD
35	68
37	65
37.5	68
38	59
37.5	57
37.5	60
38	62
37,3	61

NOTA: Elaboración propia.

El tipo de control utilizado en la regulación de temperatura y humedad en el sistema de incubación, es un sistema de encendido y apagado (**ON - OFF**). Como la temperatura oscila entre 37 y 38°C existe un tiempo muerto en el cual no se produce ninguna acción ya que dentro de dicho rango el elemento calefactor está apagado.

El error de temperatura es aproximadamente de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ mientras que el error de humedad es $\pm 5\%$. La temperatura está dentro del rango requerido todo el tiempo. Lo mismo se aplica al control de humedad, pero en este caso el tiempo muerto del 5% está dentro del rango requerido.

Figura 16:
Selección de huevos fecundados.



NOTA: Elaboración propia.

Al realizar la selección se procedió a poner los huevos en la bandeja como se aprecia en la figura 17.

Figura 17:
Huevos en la bandeja.



NOTA: Elaboración propia.

Dentro de los días de incubación se hace girar la bandeja cada hora por un lazo de 120 segundos (2 minutos), se hace de manera continua en los dos minutos. Esta función se realiza mediante el código:

```
void HUEVO_POLLO() {  
    //===== inicio =====//  
    if(Dias<=DIAS_PROG) {  
        if(TEMPERATURA>=CONTR_TEMP && TEMPERATURA<=(CONTR_TEMP+1)) {  
            digitalWrite (RESISTENCIA1,LOW); digitalWrite (ABANICÓ,LOW); }  
        else if(TEMPERATURA>=(CONTR_TEMP-0.3) &&  
            TEMPERATURA<CONTR_TEMP) { digitalWrite (RESISTENCIA1,HIGH);  
            digitalWrite (ABANICO,LOW); }  
    }  
}
```

```

else if(TEMPERATURA<(CONTR_TEMP-0.3)){
digitalWrite(RESISTENCIA1,HIGH); digitalWrite(ABANICO,HIGH); }

else if(TEMPERATURA>(CONTR_TEMP+1)){
digitalWrite(RESISTENCIA1,LOW); digitalWrite(ABANICO,HIGH); }

//***** inicio *****//
if( Dias>=(DIAS_PROG-3) && Dias<=(DIAS_PROG)){
  if(DISTANCIA==1){
    if(HUMEDAD>=CONTR_HUM && HUMEDAD<=(CONTR_HUM + 0.3) ){
digitalWrite(RESISTENCIA2,LOW); }

    else if(HUMEDAD>(CONTR_HUM + 0.3)){
digitalWrite(RESISTENCIA2,LOW); digitalWrite(ABANICO,HIGH); }

    else if(HUMEDAD<(CONTR_HUM - 0.3)){
digitalWrite(RESISTENCIA2,HIGH);}

  }

  else{ digitalWrite(RESISTENCIA2,LOW); }

}

else {
  if(DISTANCIA==1){
    if(HUMEDAD>=62.5 && HUMEDAD<=62.8 ){
digitalWrite(RESISTENCIA2,LOW); }

    else if(HUMEDAD>62.8){ digitalWrite(RESISTENCIA2,LOW);
digitalWrite(ABANICO,HIGH); }

    else if(HUMEDAD<62.2){ digitalWrite(RESISTENCIA2,HIGH);}

  }

  else{ digitalWrite(RESISTENCIA2,LOW); }

}

//***** fin *****//

}

//===== fin =====//

```

Figura 18:
Sistema de giros de las bandejas



NOTA: Elaboración propia.

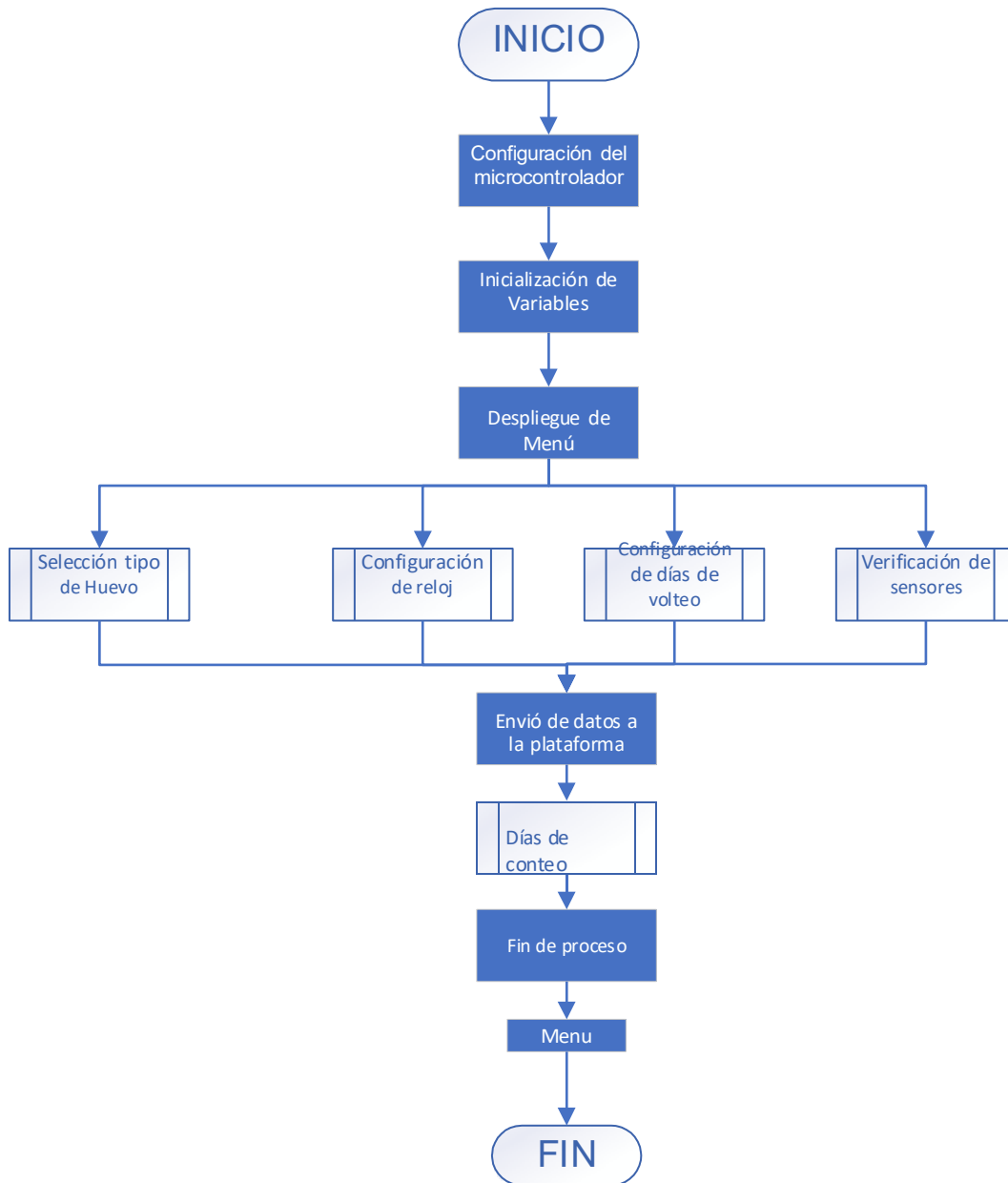
Figura 19:
Giro con Angulo de 45°.



NOTA: Elaboración propia.

El sistema está diseñado con un pequeño menú que despliega las diferentes funciones del equipo.

Figura 20:
Diagrama de flujo del programa en Arduino.



NOTA: Elaboración propia.

Al momento de acceder al menú nos presenta las funciones que le permitirán al usuario navegar entre los diversos parámetros como se parecía en la figura 20.

Figura 21:
Menú del sistema.



NOTA: Elaboración propia.

Este menú le permite al usuario seleccionar el tipo de huevo a colocar en la bandeja como se muestra en la figura 21.

Figura 22:
Selección del tipo de huevo



NOTA: Elaboración propia.

Para realizar estas funciones del sistema se implementó mediante el código:

```
enum eSMENU1{ GALLINA, PATO, PAVO, POLLO_GUINEA, CODORNIZ,
UROGALLO, PALOMA }; // Enumerador de las opciones disponibles
del submenu 1 (tienen que seguir el mismo orden que los textos)
const char *txSMENU1[] = { // Textos
del submenu 1, longitud maxima = 20-2, rellenar caracteres
sobrantes con espacios
"    GALLINA    ",
"    PATO      ",
"    PAVO      ",
"GALLINA DE GUINEA ",
"    CODORNIZ  ",
"    UROGALLO  ",
"    PALOMA    "
};
//===== MESTRA EL MENU PRINCIPAL EN EL LCD.=====//
//=====//
void openMenu(){
    byte idxMenu    = 0;
    boolean exitMenu = false;
```

```

boolean forcePrint = true;
lcd.clear();

while( !exitMenu ){
    btnPressed = readButtons();

    if( btnPressed == Button::Left && idxMenu-1 >= 0 ){ idxMenu--; }
    else if( btnPressed == Button::Right && idxMenu+1 < iMENU ){
idxMenu++; }

    else if( btnPressed == Button::Ok ){
        switch( idxMenu ){
            case 0: openSubMenu( idxMenu, Screen::Menu1, &type, 0,
COUNT(txSMENU1)-1 ); Dias=0; EEPROM.write (0, Dias); break; // SE
LLAMA AL MENU1 UNO QUE ESTA CONFIGURADO AL INICIO

            case 1: CONFIG_PARAMETRO(); exitMenu = true; break;
            case 2: openSubMenu1( idxMenu, Screen::Number, &hora,0, 23, 1 );
                openSubMenu1( idxMenu, Screen::Number, &minutos, 0, 59,2 ;
                openSubMenu1( idxMenu, Screen::Number, &dia, 1, 31, 3 );
                openSubMenu1( idxMenu, Screen::Number, &mes, 1, 12, 4 );
                openSubMenu1( idxMenu, Screen::Number, &anio, 20, 30,5 );
            break; // LOS NUMERO DE LAS HORAS QUE VAN DE 0 A 23 HORAS

            case 3: VERIFICAR_FUNCIONES(); exitMenu = true; break;
            case 4: rtc.adjust(DateTime(yeart, mes, dia, hora, minutos, 0));
exitMenu = true; break; //Salir y guardar
            case 5: exitMenu = true; break; //Salir y cancelar cambios
                } forcePrint = true; }

    if( !exitMenu && (forcePrint || btnPressed != Button::Unknown) ){
        forcePrint = false;
        static const byte endFor1 = (iMENU+4-1)/4;
        int graphMenu = 0;

        for( int i=1 ; i<=endFor1 ; i++ ){ if( idxMenu < i*4 ){
            graphMenu = (i-1) * 4; break; }
            }
            byte endFor2 = graphMenu+4;
        for( int i=graphMenu, j=0; i< endFor2 ; i++, j++ ){
            lcd.setCursor(1, j);
            lcd.print( (i<iMENU) ? txMENU[i] : " " ); }

        for( int i=0 ; i<4 ; i++){ lcd.setCursor(0,i); lcd.print(" "); }
            lcd.setCursor(0, idxMenu % 4 );
            lcd.write(iARROW);
        }
    }
    lcd.clear();
}
//=====//

```



3.3. ENVIO Y RECEPCIÓN DE LOS DATOS

El sistema le permite al usuario poder ver los datos de manera remota mediando una página web donde contantemente se está realizando el envío de los datos del proceso de incubación, para ellos nos ayudamos de la herramienta gratuita **UBIDOTS**, que gracias a su fácil acceso y manejo permite el desarrollo de aplicativos webs enfocados en la automatización.

En la plata forma Ubidots se procedió a realizar la creación de la página como se aprecia en la figura 23.

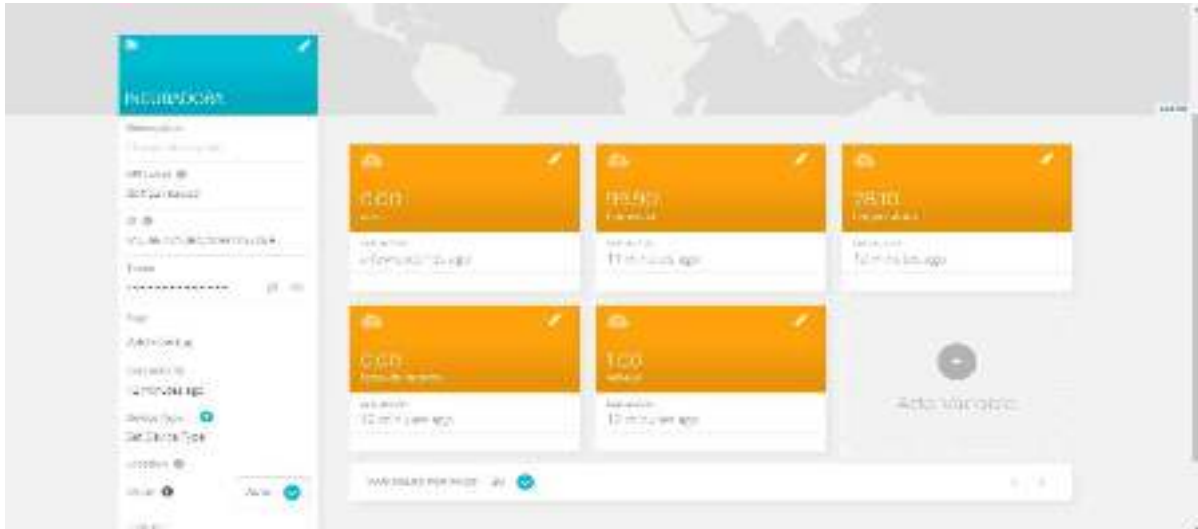
Figura 223:
Creación del bloque de trabajo en la página web



NOTA: Elaboración propia.

Al crear la página se procedió a realizar la implementación de las variables y sus valores iniciales para previamente realizar él envío de los datos como se aprecia en la figura 24.

Figura 234:
Inicialización de las variables de la aplicación.



NOTA: Elaboración propia.

Al inicializar las variables se procede a crear el cuadro de trabajo o dashboards que va contener la información de las variables a estudiar y su entorno será de gran facilidad para las personas como se aprecia en la figura 24 y en la figura 25.

Figura 245:
vista principal en el aplicativo web Ubidots.



NOTA: Elaboración propia.

Figura 256:
 vista principal en el aplicativo web Ubidots



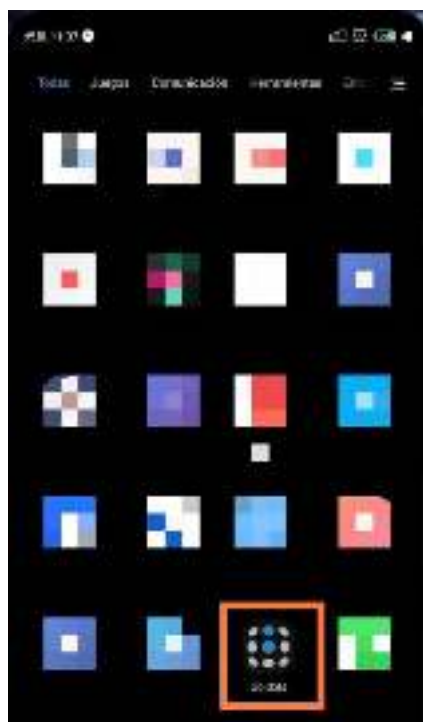
NOTA: Elaboración propia.

El sistema realiza los envíos de los datos mediante la función:

```
//===== ENVIO DE DATOS =====//
//=====//
void ENVIO_DATOS() {
  if(sec==0 || sec==15 || sec==30 || sec==45 || sec==50) {
    Serial.print(int(TEMPERATURA*10));
    Serial.print(",");
    Serial.print(int(HUMEDAD*10));
    Serial.print(",");
    if(DISTANCIA==1) {Serial.print("0");}
    else {Serial.print("1");}
    Serial.print(",");
    Serial.print(Dias);
    Serial.print(",");
    Serial.print(CONT_SEL);
    Serial.print(",");
    Serial.println(type);
  }
}
//=====//
```

La plataforma Ubidots cuenta con el acceso a una aplicación móvil en tiempo real que permite al usuario estar conectado con el dispositivo en todo momento como se puede apreciar en la figura 26.

Figura 267:
Icono de la aplicación instalado en un sistema Android.



NOTA: Elaboración propia.

4. Resultados y Análisis

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de los datos recopilados durante las tres pruebas más recientes de incubación con el sistema automático en un entorno real controlado. Estas pruebas proporcionaron información crucial sobre el desempeño del sistema en condiciones reales, permitiendo contrastarlo con su rendimiento teórico en un entorno simulado.

Tabla 8:

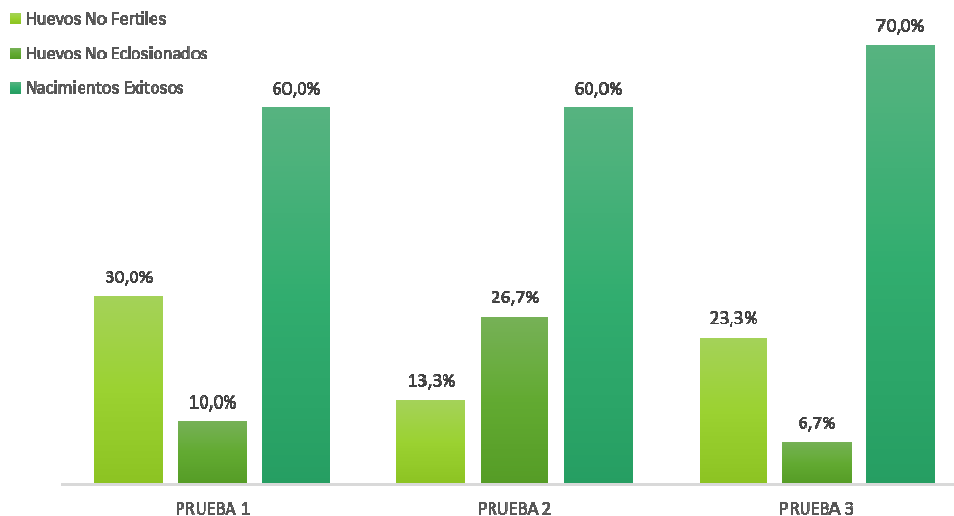
Resultados de las pruebas realizadas bajo un entorno real controlado.

Tabla de Resultados					
	Huevos para Incubación	Huevos No Fértiles	Huevos No Ecllosionados	Nacimientos Exitosos	Eficiencia
PRUEBA 1	20	6	2	12	85,7%
PRUEBA 2	30	4	7	19	73,1%
PRUEBA 3	30	7	2	21	91,3%

NOTA: Elaboración propia.

Figura 278:

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de las pruebas con las tres variables que se tuvieron en cuenta (Huevos No Fértiles, huevos No Ecllosionados y Nacimientos Exitosos).



NOTA: Elaboración propia.

- Estas pruebas proporcionaron una visión detallada del desempeño del sistema en condiciones de funcionamiento reales. Contrarrestaron la teoría con la práctica, revelando las fortalezas y debilidades del sistema en un entorno dinámico.
- La comparación entre los datos obtenidos en las pruebas y las expectativas teóricas simuladas ayudó a identificar discrepancias y áreas de mejora en el diseño y la implementación del sistema.
- Se observó un aumento gradual en la cantidad de huevos para incubación a lo largo de las pruebas. Este hallazgo sugiere una mayor demanda o una capacidad de producción escalable del sistema.
- La disminución en la cantidad de huevos no fértiles entre la primera y segunda prueba indica una posible mejora en los procesos de selección o almacenamiento de los huevos.
- Aunque se registraron algunos huevos no eclosionados en todas las pruebas, la cantidad se mantuvo dentro de límites aceptables y disminuyó en la tercera prueba, lo que sugiere una optimización continua del proceso de incubación.
- La eficiencia del sistema, medida por la tasa de nacimientos exitosos, mostró una tendencia positiva en todas las pruebas. Esto indica una mejora gradual en la capacidad del sistema para producir resultados deseables.

Figura 289:

Polluelos nacidos de una de las pruebas realizadas.



NOTA: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se logró construir una incubadora de huevos que permite la correcta incubación de diferentes especímenes. Además, se diseñó y se implementó un sistema en la incubadora que permite el acoplamiento y cambio de bandeja de manera eficiente, facilitando así la adaptación a las necesidades específicas de cada tipo de huevo.
- Se desarrolló el firmware y hardware necesarios para el control de las variables de temperatura y humedad dentro de la incubadora. Esto garantiza un ambiente óptimo para el desarrollo embrionario, asegurando altas tasas de eclosión y la salud de los especímenes.
- Se diseñó una interfaz de usuario amigable que permite una interacción sencilla y efectiva con el operario durante el proceso de incubación. Esta interfaz facilita el monitoreo de los parámetros de la incubadora, asegurando un control adecuado del proceso.
- Se evidenció que la aplicación Android fue eficiente para supervisar el monitoreo remoto de las variables temperatura y humedad del sistema de incubación, permitiendo obtener datos en tiempo real, garantizando así una gestión eficiente y conveniente del proceso.
- Se implementó un sistema de respaldo de energía amigable con el medio ambiente para la incubadora. Esto asegura un funcionamiento continuo y confiable incluso en caso de cortes de energía, minimizando así cualquier impacto negativo en el proceso de incubación y del desarrollo embrionario.

Recomendaciones.

- Selección de Huevos de Calidad: Es fundamental garantizar la selección de huevos fecundados de alta calidad para la incubación. Se debe llevar a cabo una inspección cuidadosa de los huevos previamente fertilizados (La edad ideal para incubar un huevo es entre 7 y 10 días después de la puesta.) para asegurar que contengan embriones saludables y viables.
- Desinfección Regular: Se recomienda realizar una desinfección regular de todos los elementos utilizados en el proceso de incubación, incluyendo la incubadora misma y los accesorios asociados. Esto ayudará a prevenir la propagación de enfermedades y reducirá el riesgo de mortalidad prematura del embrión debido a posibles infecciones.

- Manejo Cuidadoso de los Huevos: Durante el proceso de manipulación de los huevos, se debe tener cuidado para evitar daños físicos que puedan afectar la integridad del embrión. Manipular los huevos con suavidad y evitar movimientos bruscos ayudará a maximizar las tasas de eclosión.
- Mantenimiento Preventivo: Realizar un mantenimiento preventivo regular de la incubadora y sus componentes es crucial para garantizar un funcionamiento continuo y eficiente del equipo a lo largo del tiempo. Esto incluye la limpieza, calibración y reparación de cualquier componente según sea necesario.

Referencias Bibliografía

- [1 “ . d. l. p. d. i. S. Tullett, «<http://es.aviagen.com>,» 2010. [En línea]. Available:
] http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossTechInvestigacindelaprticasdeincubacinmayo2010.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [2 E. R. a. H. Guillermo, Diseño y construcción de una incubadora para el estudio
] de embriones de pollo, 2009.
- [3 “ . A. Castilla, «www.zaragoza.unam.mx,» 2014. [En línea]. Available:
] www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [4 “ . A. Castilla, «www.zaragoza.unam.mx,» 2014. [En línea]. Available:
] www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [5 “ . A. Castilla, «www.zaragoza.unam.mx,» 2014. [En línea]. Available:
] https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [6 “ . d. l. p. d. i. S. Tullett, «<http://es.aviagen.com>,» 2010. [En línea]. Available:
] http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossTechInvestigacindelaprticasdeincubacinmayo2010.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [7 “ . d. l. p. d. i. S. Tullett, «<http://es.aviagen.com>,» 2010. [En línea]. Available:
] http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossTechInvestigacindelaprticasdeincubacinmayo2010.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [8 J. A. Dulce Galindo, «Control adaptativo de una incubadora para aves,»
] Universidad Francisco de Paula Santander, 2014, p. 25.
- [9 J. A. Dulce Galindo, «Control adaptativo de una incubadora para aves,» de
] *Control adaptativo de una incubadora para aves*, Universidad Francisco de Paula Santander, 2014.

- [1 J. A. Dulce Galindo, «Control adaptativo de una incubadora para aves,» de
0] *Control adaptativo de una incubadora para aves*, Universidad Francisco de
Paula Santander, 2014.
- [1 G. d. M. d. I. Incubadora, 2013. [En línea]. Available: m
1] http://cobbvantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf. [Último acceso: 2021].
- [1 A. Callejo Ramos, «Manejo del huevo fertil antes de la incubación,» [En línea].
2] Available: http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccionavicola/contenidos/TEMA_7._INCUBACION/7-1-manejo-del-huevo-fertil-antes-dela-incubacion/view. [Último acceso: 12 12 2021].
- [1 E. R. a. H. Guillermo, «Diseño y construcción de una incubadora para el
3] estudio de embriones de pollo,» 2010, p. 50.
- [1 O. D. Funez, de *Incubadora De Huevos De Gallina De Corral*, 2009, p. 6.
4]
- [1 C. ". Avicola", «<https://www.zaragoza.unam.mx>,» 2014. [En línea]. Available:
5] https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [1 C. ". Avicola", «<https://www.zaragoza.unam.mx>,» 2014. [En línea]. Available:
6] https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [1 C. ". Avicola", «<https://www.zaragoza.unam.mx>,» 2014. [En línea]. Available:
7] https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_castilla_gomez.pdf.. [Último acceso: 12 12 2021].
- [1 E. R. a. H. Guillermo, de *Diseño y construcción de una incubadora para el
8] estudio de embriones de pollo*, 2009, p. 203.
- [1 E. Martínez, CONTROLADORES AUTOMATICOS, VENEZUELA: Maturin,
9] 2013.
- [2 BoxTec., «Vergleich Temperatur- und Feuchtigkeitsfühler,» 2017. [En línea].
0] Available: http://playground.boxtec.ch/doku.php/sensors/temp-hum_sensors_compared.

Anexos

ANEXO 1. Hoja de datos de componentes utilizados

http://www.systronix.com/access/Systronix_20x4_lcd_brief_data.pdf

<http://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>

ANEXO 2: Código implementado en Arduino.

```
#include <Wire.h>
#include <EEPROM.h>
#include <RTCLib.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

#define COUNT(x) sizeof(x) / sizeof(*x) // Macro para contar el numero de elementos de
un array
#define SENSOR 2
#define RESISTENCIA1 3
#define RESISTENCIA2 4
#define ABANICO 5
#define MOTOR 6
#define VALVULA 10
#define BUZZER 11

const int PIN_CONT = A3;
const byte pENCO_SW = 9; // Pin encoder SW
const byte pENCO_DT = 8; // Pin encoder DT
const byte pENCO_CLK = 7; // Pin encoder CLK
const byte iARROW = 0; // ID icono flecha
int DIAS_PROG = 0;
int DIAS_VOLTEO = 0;
int CONT_BAJ = 0;
float CONTR_TEMP = 37.7;
float CONTR_HUM = 60;
int CONT_VAL = 0;
int CONT_SEL = 0;
int dia, mes, hora, minutos, sec;
int anio = 20; uint16_t
year = 0; uint16_t
DISTANCIA = 0; float
TEMPERATURA;
float HUMEDAD;
float HorasVolteo;
int Dias;
boolean SegundoMotor;
int type;

byte bARROW[8] = { // Bits icono flecha
  B00000,
  B00100,
  B00110,
  B11111,
  B00110,
  B00100,
  B00000,
  B00000
};
DHT dht(SENSOR, DHT22);
```

```

RTC_DS3231 rtc;

enum Button { Unknown,
             OK,
             Left,
             Right } btnPressed; // Enumerador con los diferentes botones disponibles
enum Screen { Menu1,
             Number }; // Enumerador con los distintos tipos de submenus disponibles

const char *txMENU[] = { // Los textos del menu principal, la longitud maxima = 20-1,
rellenar caracteres sobrantes con espacios.
    "TIPOS DE HUEVO      ",
    "PARAMETROS ESCOGIDOS",
    "CONFIG. DEL RELOJ   ",
    "TEST DE FUNCIONES   ",
    "GUARDAR Y SALIR     ",
    "SALIR                "
};
const byte iMENU = COUNT(txMENU); // Numero de items/opciones del menu principal

enum eSMENU1 { GALLINA,
              PATO,
              PAVO,
              POLLO_GUINEA,
              CODORNIZ,
              UROGALLO,
              PALOMA }; // Enumerador de las opciones disponibles del submenu 1
(tienen que seguir el mismo orden que los textos)
const char *txSMENU1[] = { // Textos del submenu 1, longitud maxima = 20-2, rellenar
caracteres sobrantes con espacios
    "    GALLINA      ",
    "    PATO         ",
    "    PAVO         ",
    "GALLINA DE GUINEA ",
    "    CODORNIZ     ",
    "    UROGALLO     ",
    "    PALOMA       "
};

void setup() {
    //=====
    =====//
    //===== CONFIGURAMOS EL MODULO WIFI ESP8266
    =====//
    //=====
    =====//
    Serial.begin(115200);
    //=====
    =====//

    //=====
    =====//

```

```

//===== SE CARGAN LAS VARIABLES DEL RELOJ Y DE CONTROL
=====//
//=====
=====//
DateTime now = rtc.now();
dia = now.day();
mes = now.month();
hora = now.hour();
minutos = now.minute();
sec = now.second(); Dias =
EEPROM.read(0); DIAS_PROG =
EEPROM.read(1); CONTR_TEMP =
EEPROM.read(2); CONTR_HUM =
EEPROM.read(3); DIAS_VOLTEO =
EEPROM.read(4); CONT_SEL =
EEPROM.read(5); type =
EEPROM.read(6);

//=====
=====//

//=====
=====//
//===== CONFIGURAMOS LOS PINES DEL ENCODER
=====//
//=====
=====//
pinMode(pENCO_SW, INPUT);
pinMode(pENCO_DT, INPUT);
pinMode(pENCO_CLK, INPUT);
//=====
=====//

//=====
=====//
//===== SE INICIALIZA LA LCD Y SE CARGA LA FLECHITA Y DTH22
=====//
//=====
=====// lcd.begin(20, 4);
lcd.createChar(iARROW, bARROW);
dht.begin();
//=====
=====//

//=====
=====//
//===== SE IMPRIMO INFORMACION DEL PROYECTO
=====//
//=====
=====// lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("ENCUVADORA DE HUEVOS");
lcd.setCursor(0, 1);

```

```

lcd.print(" ALEX VILLALOBOS ");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" SERGIO MERCADO ");
lcd.setCursor(0, 4);
for (int i = 0; i < 20; i++) {
    lcd.print("*");
    delay(150);
}
//=====
====//
pinMode(BUZZER, OUTPUT);
pinMode(MOTOR, OUTPUT);
pinMode(ABANICO, OUTPUT);
pinMode(RESISTENCIA1, OUTPUT);
pinMode(RESISTENCIA2, OUTPUT);
pinMode(VALVULA, OUTPUT);
digitalWrite(RESISTENCIA1, LOW);
digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
digitalWrite(VALVULA, LOW);
digitalWrite(MOTOR, LOW);
pinMode(PIN_CONT, INPUT);
for (int k = 0; k < 3; k++) {
    digitalWrite(BUZZER, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(BUZZER, LOW);
    delay(100);
}
lcd.clear();
//Serial.println(type);
}

//=====
===//
//===== PROGRAMA PRINCIPAL
=====//
//=====
===//
void loop() {
    static unsigned long tNow = 0;
    static unsigned long tPrevious = 0;
    tNow = millis();
    btnPressed = readButtons();

    //=====
====//
//===== PROGRAMA PRINCIPAL
=====//
//=====
====//
CONT_VAL = digitalRead(PIN_CONT);
if (CONT_VAL == HIGH) {
    DISTANCIA = 1;
    digitalWrite(VALVULA, LOW);
} else {

```

```

    DISTANCIA = 0;
    digitalWrite(VALVULA, HIGH);
}
//=====
====//
if (btnPressed == Button::Ok)
    openMenu();
//=====
====//
//===== SE ESCRIBE EN LA PANTALLA CADA UN SEGUNDO
=====//
//=====
====//
if (tNow - tPrevious >= 500) {
    tPrevious = tNow;

    LECTURAS();
    MOSTRAR_HORA();
    HUEVO_POLLO();
    ENVIO_DATOS();
    CONTEO_DIAS();

    lcd.setCursor(0, 3); // SE ESCRIBE EN LA POSICION QUE SE LE ACIPNE ES ESTE CASOEL
    QUE ESTA EN LA MEMORIA
    switch (type) {
        case eSMENU1::GALLINA:
            DIAS_PROG = 21;
            DIAS_VOLTEO = 18;
            CONTR_TEMP = 37.7;
            CONTR_HUM = 60;
            CONT_SEL = 1;
            type = 3;
            EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
            EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
            EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
            EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
            EEPROM.write(5, CONT_SEL);
            EEPROM.write(6, type);

            break;

        case eSMENU1::PATO:
            DIAS_PROG = 28;
            DIAS_VOLTEO = 25;
            CONTR_TEMP = 37.7;
            CONTR_HUM = 59;
            CONT_SEL = 2;
            type = 5;
            EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
            EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
            EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
            EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
            EEPROM.write(5, CONT_SEL);
            EEPROM.write(6, type);
    }
}

```

```

    break;

case eSMENU1::PAVO:
    DIAS_PROG = 28;
    DIAS_VOLTEO = 25;
    CONTR_TEMP = 37.2;
    CONTR_HUM = 59;
    CONT_SEL = 3;
    type = 6;
    EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
    EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
    EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
    EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
    EEPROM.write(5, CONT_SEL);
    EEPROM.write(6, type);
    break;

case eSMENU1::POLLO_GUINEA:
    DIAS_PROG = 28;
    DIAS_VOLTEO = 25;
    CONTR_TEMP = 37.7;
    CONTR_HUM = 60;
    CONT_SEL = 4;
    type = 7;
    EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
    EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
    EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
    EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
    EEPROM.write(5, CONT_SEL);
    EEPROM.write(6, type);
    break;

case eSMENU1::CODORNIZ:
    DIAS_PROG = 17;
    DIAS_VOLTEO = 15;
    CONTR_TEMP = 37.7;
    CONTR_HUM = 59;
    CONT_SEL = 5;
    type = 1;
    EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
    EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
    EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
    EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
    EEPROM.write(5, CONT_SEL);
    EEPROM.write(6, type);
    break;

case eSMENU1::UROGALLO:
    DIAS_PROG = 25;
    DIAS_VOLTEO = 22;
    CONTR_TEMP = 37.7;
    CONTR_HUM = 60;
    CONT_SEL = 6;
    type = 4;

```

```

        EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
        EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
        EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
        EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
        EEPROM.write(5, CONT_SEL);
        EEPROM.write(6, type);
        break;

    case eSMENU1::PALOMA:
        DIAS_PROG = 17;
        DIAS_VOLTEO = 15;
        CONTR_TEMP = 37.7;
        CONTR_HUM = 60;
        CONT_SEL = 7;
        type = 2;
        EEPROM.write(1, DIAS_PROG);
        EEPROM.write(2, CONTR_TEMP);
        EEPROM.write(3, CONTR_HUM);
        EEPROM.write(4, DIAS_VOLTEO);
        EEPROM.write(5, CONT_SEL);
        EEPROM.write(6, type);
        break;
    }
}
//=====
====//
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== MUESTRA EL MENU PRINCIPAL EN EL
LCD.=====//
//=====
===//
void openMenu() {
    byte idxMenu = 0;
    boolean exitMenu = false;
    boolean forcePrint = true;
    lcd.clear();

    while (!exitMenu) {
        btnPressed = readButtons();

        if (btnPressed == Button::Left && idxMenu - 1 >= 0) {
            idxMenu--;
        } else if (btnPressed == Button::Right && idxMenu + 1 < iMENU) {
            idxMenu++;
        }

        else if (btnPressed == Button::Ok) {
            switch (idxMenu) {
                case 0:

```

```

    openSubMenu(idxMenu, Screen::Menu1, &type, 0, COUNT(txSMENU1) - 1);
    Dias = 0;
    EEPROM.write(0, Dias);
    break; // SE LLAMA AL MENU1 UNO QUE ESTA CONFIGURADO AL INICIO

case 1:
    CONFIG_PARAMETRO();
    exitMenu = true;
    break;
case 2:
    openSubMenu1(idxMenu, Screen::Number, &hora, 0, 23, 1);
    openSubMenu1(idxMenu, Screen::Number, &minutos, 0, 59, 2);
    openSubMenu1(idxMenu, Screen::Number, &dia, 1, 31, 3);
    openSubMenu1(idxMenu, Screen::Number, &mes, 1, 12, 4);
    openSubMenu1(idxMenu, Screen::Number, &anio, 20, 30, 5);
    break; // ESTE SUBMENU CONTIENE LOS NUMERO DE LAS HORAS QUE VAN DE 0 A 23
HORAS

case 3:
    VERIFICAR_FUNCIONES();
    exitMenu = true;
    break;

case 4:
    rtc.adjust(DateTime(yeart, mes, dia, hora, minutos, 0));
    exitMenu = true;
    break; //Salir y guardar

case 5: exitMenu = true; break; //Salir y cancelar cambios
}
forcePrint = true;
}

if (!exitMenu && (forcePrint || btnPressed != Button::Unknown)) {
    forcePrint = false;
    static const byte endFor1 = (iMENU + 4 - 1) / 4;
    int graphMenu = 0;

    for (int i = 1; i <= endFor1; i++) {
        if (idxMenu < i * 4) {
            graphMenu = (i - 1) * 4;
            break;
        }
    }
    byte endFor2 = graphMenu + 4;

    for (int i = graphMenu, j = 0; i < endFor2; i++, j++) {
        lcd.setCursor(1, j);
        lcd.print((i < iMENU) ? txMENU[i] : "          ");
    }

    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        lcd.setCursor(0, i);

```

```

        lcd.print(" ");
    }

    lcd.setCursor(0, idxMenu % 4);
    lcd.write(iARROW);
}
}
lcd.clear();
}
//=====
===//
//=====
===//

//=====
===//
//===== CONFIGURACION DE MENU =====//
//=====
===//
void openSubMenu(byte menuID, Screen screen, int *value, int minValue, int maxValue) {
    boolean exitSubMenu = false;
    boolean forcePrint = true;

    lcd.clear();
    while (!exitSubMenu) {
        btnPressed = readButtons();

        if (btnPressed == Button::Ok) {
            exitSubMenu = true;
        } else if (btnPressed == Button::Left && (*value) - 1 >= minValue) {
            (*value)--;
        } else if (btnPressed == Button::Right && (*value) + 1 <= maxValue) {
            (*value)++;
        }
    }

    if (!exitSubMenu && (forcePrint || btnPressed != Button::Unknown)) {
        forcePrint = false;

        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print(txMENU[menuID]);

        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("<");
        lcd.setCursor(19, 1);
        lcd.print(">");

        if (screen == Screen::Menu1) {
            lcd.setCursor(1, 1);
            lcd.print(txSMENU1[*value]);
        }

        else if (screen == Screen::Number) {
            lcd.setCursor(10, 1);
            lcd.print(*value);
        }
    }
}

```

```

        lcd.print(" ");
    }
}

lcd.clear();
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== CONFIGURACION DE HORA Y FECHA
=====//
//=====
===//
void openSubMenu1(byte menuID, Screen screen, int *value, int minValue, int maxValue, int
value1) {
    boolean exitSubMenu = false;
    boolean forcePrint = true;

    lcd.clear();
    while (!exitSubMenu) {
        btnPressed = readButtons();

        if (btnPressed == Button::Ok) {
            exitSubMenu = true;
        } else if (btnPressed == Button::Left && (*value) - 1 >= minValue) {
            (*value)--;
        } else if (btnPressed == Button::Right && (*value) + 1 <= maxValue) {
            (*value)++;
        }
    }

    if (!exitSubMenu && (forcePrint || btnPressed != Button::Unknown)) {
        forcePrint = false;

        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print(txMENU[menuID]);

        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print("<");
        lcd.setCursor(19, 2);
        lcd.print(">");

        if (value1 == 1) {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("HORA: ");
        } else if (value1 == 2) {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("MIN: ");
        } else if (value1 == 3) {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("DIA: ");
        } else if (value1 == 4) {

```

```

        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("MES: ");
    } else if (value1 == 5) {
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("ANIO: ");
        lcd.setCursor(8, 2);
        lcd.print("20");
        yeart = 2000 + *value;
    }

    if (screen == Screen::Number) {
        lcd.setCursor(10, 2);
        lcd.print(*value);
        lcd.print(" ");
    }
}
}

lcd.clear();
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== SE REGISTRA TIPO DE BOTON Y EL ENCODER
=====//
//=====
===//
Button readButtons() {
    static boolean oldA = HIGH;
    static boolean newA = LOW;
    static boolean newB = LOW;

    btnPressed = Button::Unknown; // PREGUNTA SI SE PULSO EL BOTON
    newA = digitalRead(pENCO_DT); // SE LEE EL DT DEL ENCODER
    newB = digitalRead(pENCO_CLK); // SE LEE EL CLK DEL ENCODER

    if (!oldA && newA) { // SE PREGUNTA SI AHI CAMBIO EN
EL DT
        btnPressed = !newB ? Button::Left : Button::Right; // QUE VERIFIQUE SI VA A LA
IZRQUIER O DERECHA SI NO AHI CAMBIO EN CLK
        delay(50);
    } else if (!digitalRead(pENCO_SW)) { // SE PREGUNTA SI SE PULSO EL BOTON
        while (!digitalRead(pENCO_SW))
            ; // QUE NO MARQUE HASTA QUE NO SE SUELTE
        btnPressed = Button::Ok; // SE CONFIRNA PULSACION DEL BOTON
        delay(50);
    }

    oldA = newA;
    return btnPressed;
}
}

```

```

//=====
===//
//=====
===//

//=====
===//
//===== LEEMOS LAS VARIABLES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD Y DISTANCIA DEL AGUA
=====//
//=====
===//
void LECTURAS() {
    TEMPERATURA = dht.readTemperature();
    HUMEDAD = dht.readHumidity();
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("TEMPERATURA: ");
    lcd.print(TEMPERATURA, 1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("HUMEDAD: ");
    lcd.print(HUMEDAD, 1);
    lcd.print(" %");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("Dia ");
    lcd.print(Dias);
    lcd.print("/");
    lcd.print(DIAS_PROG);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("VAL: ");
    if (DISTANCIA == 1) {
        lcd.print("OFF ");
    } else {
        lcd.print("ON ");
    }
    lcd.home();
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== CONFIGURAMOS Y VISUALIZAMOS LA HORA Y FECHA
=====//
//=====
===//
void MOSTRAR_HORA() {
    DateTime now = rtc.now();
    lcd.setCursor(0, 0);
    //Se Imprime las horas
    if (now.hour() > 9) {
        lcd.print(now.hour(), DEC);
        lcd.print(":");
    } else {

```

```

    lcd.print("0");
    lcd.print(now.hour(), DEC);
    lcd.print(":");
}

//Se Imprime los minutos
if (now.minute() > 9) {
    lcd.print(now.minute(), DEC);
    lcd.print(':');
} else { lcd.print("0");
    lcd.print(now.minute(), DEC);
    lcd.print(':');
}

//Se Imprime los segundos
if (now.second() > 9) {
    lcd.print(now.second(), DEC);
} else { lcd.print("0");
    lcd.print(now.second(), DEC);
}

//Se Imprime los dias
lcd.setCursor(10, 0);
if (now.day() > 9) {
    lcd.print(now.day(), DEC);
    lcd.print("/");
} else { lcd.print("0");
    lcd.print(now.day(), DEC);
    lcd.print("/");
}

//Se Imprime las horas
if (now.month() > 9) {
    lcd.print(now.month(), DEC);
    lcd.print("/");
} else { lcd.print("0");
    lcd.print(now.month(), DEC);
    lcd.print("/");
}

//Se Imprime los años
lcd.print(now.year(), DEC);

dia = now.day();
mes = now.month();
hora = now.hour();
minutos = now.minute();
sec = now.second();
}

```

```

//=====
===//

//=====
===//
//===== CONTEO DE HUEVPOS Y DIAS
=====//
//=====
===//
void CONTEO_DIAS() {

  if (hora == 23 && minutos == 59 && sec == 59) {
    Dias = Dias + 1;
    delay(1000);
    EEPROM.write(0, Dias);
    if (Dias == DIAS_VOLTEO) { CONT_BAJ = 1; }
  }

  if (Dias == DIAS_PROG) {
    Dias = 0;
    lcd.clear();
    lcd.print("FINALIZADO");
    SOUND();
  }

  if (Dias == DIAS_VOLTEO) {
    if (CONT_BAJ == 1) {
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print("  QUITAR LOS HUEVOS ");
      lcd.setCursor(0, 2);
      lcd.print("  DE LA CANASTA      ");
      SOUND();
      SOUND();
      SOUND();
      SOUND();
      SOUND();
      delay(10000);
      CONT_BAJ == 0;
    }
  }
}

//=====
===//

//=====
===//
//===== CONTROL DE TEMPERATURA,HUMEDAD Y NIVEL DE AGUA
=====//
//=====
===//
void HUEVO_POLLO() {
  //===== inicio =====//
  if (Dias <= DIAS_PROG) {

```

```

if (TEMPERATURA >= CONTR_TEMP && TEMPERATURA <= (CONTR_TEMP + 1)) {
    digitalWrite(RESISTENCIA1, LOW);
    digitalWrite(ABANICO, LOW);
} else if (TEMPERATURA >= (CONTR_TEMP - 0.3) && TEMPERATURA < CONTR_TEMP) {
    digitalWrite(RESISTENCIA1, HIGH);
    digitalWrite(ABANICO, LOW);
} else if (TEMPERATURA < (CONTR_TEMP - 0.3)) {
    digitalWrite(RESISTENCIA1, HIGH);
    digitalWrite(ABANICO, HIGH);
} else if (TEMPERATURA > (CONTR_TEMP + 1)) {
    digitalWrite(RESISTENCIA1, LOW);
    digitalWrite(ABANICO, HIGH);
}

//***** inicio *****/
if (Dias >= (DIAS_PROG - 3) && Dias <= (DIAS_PROG)) {
    if (DISTANCIA == 1) {
        if (HUMEDAD >= CONTR_HUM && HUMEDAD <= (CONTR_HUM + 0.3)) {
            digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
        } else if (HUMEDAD > (CONTR_HUM + 0.3)) {
            digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
            digitalWrite(ABANICO, HIGH);
        } else if (HUMEDAD < (CONTR_HUM - 0.3)) {
            digitalWrite(RESISTENCIA2, HIGH);
        }
    } else {
        digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
    }
} else {
    if (DISTANCIA == 1) {
        if (HUMEDAD >= 62.5 && HUMEDAD <= 62.8) {
            digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
        } else if (HUMEDAD > 62.8) {
            digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
            digitalWrite(ABANICO, HIGH);
        } else if (HUMEDAD < 62.2) {
            digitalWrite(RESISTENCIA2, HIGH);
        }
    } else {
        digitalWrite(RESISTENCIA2, LOW);
    }
}
//***** fin *****/
}
//===== fin =====

if (Dias <= DIAS_VOLTEO) {
    if (minutos < 2) {
        digitalWrite(MOTOR, HIGH);
    } else {
        digitalWrite(MOTOR, LOW);
    }
}
}
}

```

```

//=====
===//

//=====
===//
//===== ALERTA SONORA
=====//
//=====
===//
void SOUND() {
  for (int k = 0; k < 3; k++) {
    digitalWrite(BUZZER, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(BUZZER, LOW);
    delay(100);
  }
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== ENVIO DE DATOS
=====//
//=====
===//
void ENVIO_DATOS() {
  if (sec == 15) {
    Serial.print(int(TEMPERATURA * 10));
    Serial.print(",");
    Serial.print(int(HUMEDAD * 10));
    Serial.print(",");
    if (DISTANCIA == 1) {
      Serial.print("0");
    } else {
      Serial.print("1");
    } Serial.print(",");
    Serial.print(Dias);
    Serial.print(",");
    Serial.print(CONT_SEL);
    Serial.print(",");
    Serial.println(type);
  }
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== ENVIO DE DATOS
=====//
//=====
===//

```

```

void VERIFICAR_FUNCIONES() {
  digitalWrite(ABANICO, LOW);
  digitalWrite(MOTOR, LOW);
  delay(3000);

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" TEST VENTILADOR ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  for (int i = 0; i < 20; i++) {
    digitalWrite(ABANICO, HIGH);
    lcd.print("*");
    delay(700);
  }

  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print(" TEST BANDEJA HUEVO ");
  lcd.setCursor(0, 3);
  for (int i = 0; i < 20; i++) {
    digitalWrite(MOTOR, HIGH);
    lcd.print("*");
    delay(700);
  }

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("          TEST          ");
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("          FINALIZADO        ");
  delay(2000);

  digitalWrite(ABANICO, LOW);
  digitalWrite(MOTOR, LOW);
}
//=====
===//

//=====
===//
//===== PARAMETROS DE SELECCION
=====//
//=====
===//
void CONFIG_PARAMETRO() {
  DIAS_PROG = EEPROM.read(1);
  CONTR_TEMP = EEPROM.read(2);
  CONTR_HUM = EEPROM.read(3);
  DIAS_VOLTEO = EEPROM.read(4);
  CONT_SEL = EEPROM.read(5);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  LOS PARAMETROS  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  CARGADOS SON:  ");
}

```

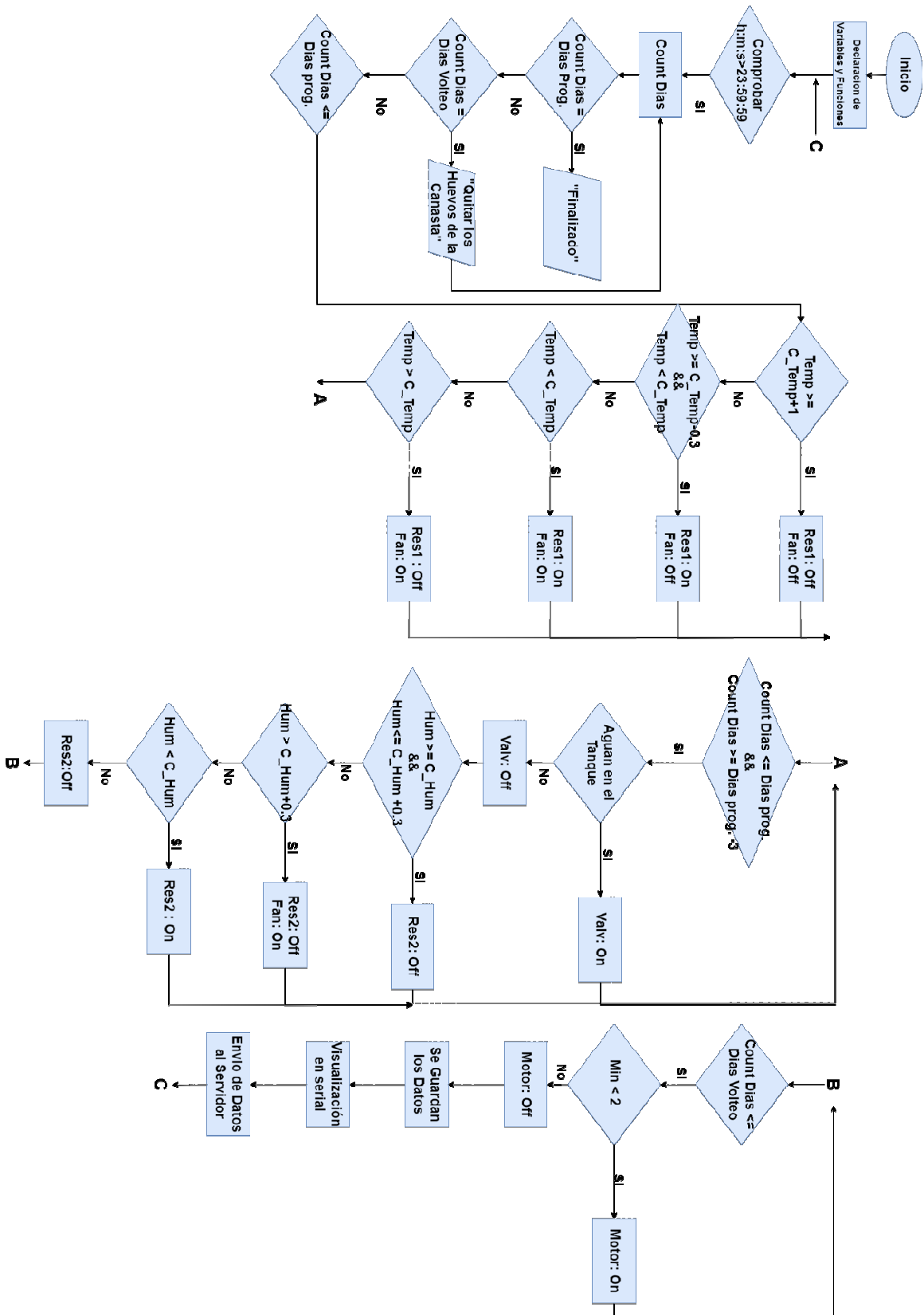
```

lcd.setCursor(0, 2);
if (CONT_SEL == 1) {
  lcd.print("    GALLINA    ");
} else if (CONT_SEL == 2) {
  lcd.print("    PATO    ");
} else if (CONT_SEL == 3) {
  lcd.print("    PAVO    ");
} else if (CONT_SEL == 4) {
  lcd.print(" GALLINA DE GUINEA ");
} else if (CONT_SEL == 5) {
  lcd.print("    CODORNIZ    ");
} else if (CONT_SEL == 6) {
  lcd.print("    UROGALLO    ");
} else if (CONT_SEL == 7) {
  lcd.print("    PALOMA    ");
}
}
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("DIAS CONTADOS: ");
lcd.print(Dias);
delay(5000);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("TEMPERATURA: ");
lcd.print(CONTR_TEMP, 1);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("HUMEDAD: ");
lcd.print(CONTR_HUM, 1);
lcd.print(" %");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("DIAS PROGRAMADOS: ");
lcd.print(DIAS_PROG);
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("DIAS DE VOLTEO: ");
lcd.print(DIAS_VOLTEO);
lcd.home();
delay(5000);
}

```

ANEXO 3: Diagrama de flujo del programa de en Arduino.



ANEXO 4: Cronograma de Actividades

METODOLOGIA	Meses (Semanas)																															
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio							
Fase de Planificación y	█	█	█	█																												
Adquisición de Equipos y Materiales					█	█																										
Diseño de Tarjeta de Control						█	█	█																								
Desarrollo el									█	█																						
Desarrollo de Aplicación Android										█	█	█																				
Ajustes y Pruebas de Visualización													█	█	█	█																
Pruebas y Validación																	█	█														
Diseño e Implementación de la incubadora																																
Elaboracion de Informes																		█	█	█	█	█	█	█								
Evaluación de Resultados																													█	█	█	█

ANEXO 5: Presupuesto.

Tabla de			
	Elemento	Costo	Costo
Estructura Fisica	Madera, corte y ensamble del cajón de	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00
	Bisagras	\$ 2.500,00	\$ 10.000,00
	Tornillos, pegante y accesorios	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
	Tubos Pvc	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Actuadores	Resistencia Electrica Tubular 150 W	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
	Resistencia Electrica de Silicona 100 w	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
	Ventilador Ac	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
	Motorreductor Ac	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
	Bomba dosificadora	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
Elementos electrónicos	RTC DS3231	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
	Sensor DHT22	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
	PCB	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00
	Atmega 328	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00
	LCD 4x20	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
	Encoder Rotativo	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
	Bombillas	\$ 3.000,00	\$ 6.000,00
	Sensor de Nivel Agua	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
	ESP8266	\$ 17.000,00	\$ 17.000,00
	Demás elementos	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Subtotal			\$ 1.046.000,00
sistema de Respaldo de Energia	Panel de 455 w	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00
	Bateria de 55Ah	\$ 540.000,00	\$ 540.000,00
	Regulador solar	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
	Inversor Solar 500 W	\$ 425.000,00	\$ 425.000,00
	Selector de Fase	\$ 68.000,00	\$ 68.000,00
	Cableado y Enchufes	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Subtotal			\$ 1.903.000,00
Ingenieria	Recursos Humanos e Investigacion	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00
Subtotal			\$ 1.800.000,00
Total proyecto Completo			\$ 4.749.000,00