



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**Facultad de Ciencias e Ingeniería**

**Departamento de Tecnología**

**Tema General:**

Propuesta de un sistema de incubación de huevo automatizado por el microcontrolador atmega328p, con el objetivo de mejorar la productividad del proceso de incubación en la gallinería Pillarte, ubicada en el municipio Ticuantepe.

**Seminario de Graduación como requisito final para optar al título de  
Ingeniería Electrónica**

**Autores:**

Br. Jack William Acevedo Chávez.

Br. Hernaldo Efraín Cruz Cardoza

**Tutor:**

Ing. Milcíades Delgadillo Sánchez.

**Asesor tecnológico:**

Ing. Harry Martínez

Managua, Nicaragua Enero del 2023.

## **Área del Conocimiento**

Automatización Industrial.

## **Tema de Interés**

Evaluación de las variables físicas (temperatura, nivel, presión, flujo, velocidad, humedad) en los sistemas de procesos industriales.

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Por darnos la sabiduría y la perseverancia para llegar tan lejos en nuestros estudios, por ser la luz en nuestro camino, por socorrernos en tiempos de desesperanza, abastecernos en tiempos de escasez y aliviarnos en tiempos de angustia. Que sea su mano la que nos guíe en todo momento y nos ayude a levantarnos cuando caigamos, a él sea toda honra y bendita sea su gloria por los siglos de los siglos, AMÉN.

### **A nuestros padres**

Por cuidarnos, corregirnos y educarnos a lo largo de nuestras vidas, preparándonos para el mundo y todo lo que este conlleva; gracias a su tutela que siempre nos ayudó a convertirnos en personas de bien; gracias a ellos por todos los sacrificios hechos para que nosotros no sufriéramos ninguna necesidad. Esperamos poder pagarles con el resto de nuestras vidas todo su apoyo y amor incondicional.

## **Agradecimientos**

Agracemos a Dios por darnos vida, fuerza, salud e inteligencia en el transcurso de nuestros estudios y permitirnos culminar nuestra carrera.

A nuestro tutor de la asignatura seminario de graduación Milcíades Delgadillo, por su acompañamiento y Harry Martínez nuestro asesor tecnológico ambos nos guiaron aportando parte de su sabiduría para complementar este trabajo.

A nuestros compañeros y demás maestros que nos impartieron clases en el transcurso de nuestra carrera como ingenieros, los cuales de alguna forma aportaron con sus conocimientos para la realización de este proyecto.

A la universidad por brindarnos la oportunidad de crecer como profesionales.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

Managua, 10 de enero del 2023

**MSc. Elim Campos**

Director

Departamento de Tecnología

Estimado Maestro:

El motivo de la presente es para comunicarle que he guiado, orientado y revisado el trabajo de Seminario de Graduación elaborado por los bachilleres: Jack William Acevedo Chávez. y Hernaldo Efraín Cruz Cardoza de la carrera de Ingeniería Electrónica, el cual lleva por título: **TEMA: Propuesta de un sistema de incubación de huevo automatizado por el microcontrolador atmega328p, con el objetivo de mejorar la productividad del proceso de incubación en la gallinería Pillarte, ubicada en el municipio Ticuantepe.**

No omito manifestarle que hemos seguido el proceso de elaboración del documento y consideramos que cumple con los requisitos establecidos por la Universidad. Por lo tanto, solicito realizar trámites requeridos para el proceso de defensa y titulación.

Sin más a que referirme, le saludo cordialmente.

Atentamente,

---

MSc. Milcíades Delgadillo  
Tutor

## Contenido

<b>1 – Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2 – Antecedentes</b>	<b>2</b>
<b>3 - Planteamiento del problema</b>	<b>3</b>
<b>4 – Justificación</b>	<b>5</b>
<b>5 - Objetivos</b>	<b>7</b>
<b>5.1 - Objetivo general</b>	<b>7</b>
<b>5.2 - Objetivos específicos</b>	<b>7</b>
<b>6 – Marco teórico</b>	<b>8</b>
<b>6.1 - Subtemas relacionados con el problema central de la investigación y solución a esto mismos</b>	<b>8</b>
<b>6.1.1 - Huevos transparentes</b>	<b>8</b>
<b>6.1.2 - Mortalidad temprana (o falta de sangre en el embrión del huevo)</b>	<b>9</b>
<b>6.1.3 - Como reconocer un huevo fértil</b>	<b>12</b>
<b>6.2 - Factores que afectan la calidad de la cáscara</b>	<b>13</b>
<b>6.2.1 - Aves de mayor edad</b>	<b>13</b>
<b>6.2.2 - Aves juveniles</b>	<b>13</b>
<b>6.2.3 - Bienestar animal</b>	<b>13</b>
<b>6.2.4 – Alimentación</b>	<b>13</b>
<b>6.3 - Enfermedades infecciosas que causan alteraciones de la cáscara</b>	<b>14</b>
<b>6.3.1 - Bronquitis infecciosa aviar</b>	<b>14</b>
<b>6.3.2 – Micoplasmosis</b>	<b>14</b>
<b>6.3.4 – Laringotraqueítis</b>	<b>15</b>
<b>6.3.5 - Enfermedad de Newcastle</b>	<b>15</b>
<b>6.3.6 - Síndrome de caída de la postura</b>	<b>15</b>

<b>6.4 - Limpieza de la incubadora</b>	15
<b>7 - Diseño metodológico</b>	17
<b>7.1 - Tiempo de traslado de huevo del nido a la incubadora</b>	17
<b>7.2 - Detección de un huevo fértil e infértil sin ovoscopio</b>	18
<b>7.3 - Periodo y secuencia del ciclo de evolución del embrión</b>	18
<b>7.3.1 - Día 1 al día 5</b>	18
<b>7.3.2 - Día 6 al día 10</b>	21
<b>7.3.3 - Día 11 al día 16</b>	24
<b>7.2.4 - Día 16 al día 21</b>	26
<b>7.4 - Factores limitantes identificados</b>	29
<b>7.4.1 - La pérdida de incubación completa del huevo</b>	29
<b>7.4.2 - Falta de seguridad</b>	29
<b>7.5 – Condiciones para efectuar un incubamiento adecuado</b>	30
<b>7.5.1 – Condiciones de incubación temperatura</b>	30
<b>7.5.2 – Condiciones de incubación humedad</b>	30
<b>7.4.5 - Función de giro de los huevos de gallinas:</b>	33
<b>7.4.6 - Posición de los huevos en la incubadora</b>	35
<b>8 - Desarrollo</b>	44
<b>8.1 - Análisis del local donde decidimos implementar este proyecto</b>	45
<b>8.1.1 - Diagnóstico (Preguntas y respuestas) - recomendaciones</b>	45
<b>8.2 – Dimensiones del prototipo de incubación a crear</b>	51
<b>8.3 - Etapas del diseño de sistema de incubación de huevos de gallinas</b>	52
<b>8.4 - Funcionamiento durante el proceso de 21 días de incubamiento es el siguiente</b>	52
<b>8.5 - Representación del control de mando de la incubadora</b>	53
	53

<b>8.6 – Diagrama del circuito completo</b>	54
<b>8.7 - Circuito que se encarga del control electrónico</b>	55
<b>8.8 - Definición y características de los dispositivos</b>	56
<b>8.8.1 - Microcontrolador atmega328P</b>	56
<b>8.8.2 – Oscilador cristal 16 MHz</b>	56
<b>8.8.3 - Capacitores cerámicos</b>	56
<b>8.9- Funcionamiento de los dispositivos dentro del circuito de control electrónico</b>	57
<b>8.9.1 - Control (reset)</b>	57
<b>8.9.2 - Función del oscilador cristal en el circuito</b>	57
<b>8.9.3 - Función de los capacitores cerámicos en el circuito</b>	57
<b>8.10 - Instalación del código de programación</b>	58
<b>8.10.1 - Estándares de factos SPI, I2C, USART que usa el microcontrolador Atmega328P y el motor síncrono</b>	58
<b>8.11 Precio de cada uno de los elementos electrónicos utilizados</b>	62
<b>8.10.1 – Fotos del nuestro prototipo de incubación creado</b>	64
<b>8.3.1.2 – Parte frontal</b>	64
<b>8.3.1.3 – Parte central donde van las bandejas.</b>	65
<b>8.3.1.4 - Nacedoras de huevos</b>	66
<b>8.11 - Funcionamiento de la incubadora</b>	67
<b>8.11.1 - Modo de uso de la incubadora</b>	67
<b>9 – Conclusiones</b>	70
<b>10 – Recomendaciones</b>	71
<b>11 - Bibliografía</b>	72



## **Resumen**

La presente investigación, tiene como objetivo ayudar a las pequeñas granjas avícolas, para ello se realizó un estudio tomando como referencia un criadero de gallinas, en el cual, se contribuyó a mejorar en la producción, calidad de huevos, y aves.

Por lo que el siguiente trabajo, aborda temas de interés como: Estudio de problemas y causas comunes en los huevos de gallinas, así como su alimentación, y el cuidado que se le debe brindar al sector avícola.

El principal objetivo de este estudio es brindar información acerca de cómo una pequeña granja puede mejorar su producción de aves, esto lo puede lograr, a través de un dispositivo que se encargue del incubamiento de huevos, sin necesidad de que las gallinas estén presentes.

Se detalla paso a paso el funcionamiento del proceso de incubación de huevos y de cómo se encargará el dispositivo de realizar la tarea de la gallina desde una vez que sea introducidos los huevos, hasta que lleguen casi al punto de que los pollos estén por salir del cascaron. Se presentan las etapas del diseño del sistema, cuáles son las variables a controlar por los sensores y actuadores.

## 1 – Introducción

El sector avícola en Nicaragua desde la última década se ha posicionado como uno de los mercados agropecuarios de mayor índice de crecimiento, sobre todo en los últimos años, esto debido a las constantes campañas de popularización de sus productos y los numerosos negocios que han surgido a raíz de este movimiento; tal ha sido su evolución que actualmente se puede considerar a la industria del pollo como uno de los mercados más relevantes del territorio nacional debido a su alta demanda.

La constante expansión de este le ha obligado a los productores a buscar mejores métodos de crianza para sus aves, de manera que puedan mantener la calidad y a su vez, cumplir con la demanda de la población nacional y extranjera.

Gracias a esta creciente demanda del producto, ha surgido la necesidad de estudiar y mejorar los métodos de crianza utilizados en el sector avícola nacional, de incubación de huevo; debido a que este es el paso más delicado en todo el proceso de crianza de aves, es aquí donde se determinará la tasa de natalidad total de animales que serán posteriormente criados y alimentados.

Pero **¿Cómo se puede resolver este problema?** La respuesta a esto se puede resumir en una sola palabra: Automatización. Gracias a los avances de la ciencia en los distintos aspectos de la Ingeniería Electrónica, es posible crear infinidad de sistemas manejados por microcontroladores o microcomputadoras que ayuden en la automatización y, por ende, facilitar procesos de todo tipo. En el caso del proyecto que se expondrá a continuación, se implementara un diseño de una incubadora electrónica creada con elementos como sensores, motores y un controlador, que permitirá mantener un ambiente óptimo para la incubación los huevos; es en este apartado donde se centra la mayor parte de este trabajo investigativo, el cual, es crear un sistema de incubación electrónico que permita solventar los problemas presentes de incubación tradicional y en específico el de la pollera Pillarte, mejorando su eficiencia y reduciendo al mínimo las pérdidas durante todo el desarrollo del embrión.

## 2 – Antecedentes

Se realizó una búsqueda de material documental que estuviera relacionado con el tema a tratar y permitiera tener una base para su desarrollo; se encontraron muchas fuentes de las cuales, las más interesantes se mencionarán a continuación.

En el primer proyecto, titulado “Control de una incubadora mediante Arduino y Android” elaborado por Sergio Bru Vidigal, se demuestra el diseño desde cero de una incubadora electrónica que tuvo como objetivo incubar huevos de patos, controlada por Arduino; este trabajo se realizó en la Universidad Politécnica de Valencia en el año 2018.

En el segundo proyecto, titulado diseño de una incubadora de huevos de gallina para las granjas productoras y comercializadoras avícolas en el municipio de becerril-cesar, se abarca el contenido de la creación de una incubadora con capacidad para incubar hasta 250 huevos, controlada por Arduino ese proyecto se llevó a cabo en la universidad de América en el año 2021

Dentro del panorama Nacional, se encontró un proyecto relacionado.

El último de estos trabajos investigativos tiene como tema “Incubadora de huevos de aves de corral, con capacidad de 100 huevos, natalidad del 70%, monitoreo remoto y de bajo costo” y fue realizado por los estudiantes Saúl Ernesto Fonseca Silva, César Daniel Herrero Toruño y Alexander Antonio Román Villalta; como un trabajo de Monografía para la UNI en el año de 2017.

### 3 - Planteamiento del problema

En todas las empresas de producción avícola del mundo, la incubación de huevo fértil se considera como uno de los eslabones más importantes dentro de la cadena de producción, gracias a que de esta actividad se obtienen las aves que serán usadas en los distintos puestos las ponedoras, reproductores ligeros y pesados, así como la producción de aves para engorde, el cual, es uno de los pilares fundamentales para la producción de este sector. Aquí es donde entran en juego los sistemas de incubación, cuyo objetivo es la producción del mayor número de aves sanas, de la mejor calidad y al menor costo posible.

La eficacia del proceso de incubación está influenciada por muchos factores, algunos de estos son la responsabilidad de la granja como tal y otros son responsabilidad de la incubadora. En Nicaragua, muchas de las granjas productoras utilizan métodos de incubación artesanales poco eficientes, por lo que la obtención del producto a esta escala se ve sumamente afectada en calidad y cantidad, de lo cual se obtiene como resultado un comercio inestable y poco satisfactorio para muchos de los consumidores.

La incubación artesanal tiene alto riesgo porque no contienen giro automático de los huevos y para ello se debe hacer un presupuesto más alto económicamente para las micro y pequeños negocios que se dedican al ramo de venta de pollo, si bien puede funcionar, tiene como desventaja que hay que estar volteando los huevos de forma manual cada 2 horas durante 18 días

Otra desventaja es la incubación con humidificador de agua generada por vapor a través de la bombilla calefactora, este otro método también funciona, pero tiene la desventaja que va a haber algunos momentos, donde la persona que esté a cargo de ver que el proceso de incubación funcione adecuadamente, tendrá que estar sacando una taza con agua de la incubadora, que es la que se pone adentro de la incubadora para que la bombilla calefactora pueda calentarla y generar humedad dentro de la incubadora, esto pasa cuando ya el nivel de incubadora llega a su valor indicado dentro de los parámetros de humedad y tendrá que volver a meter ese tazón de agua cuando los niveles de humedad bajen el nivel permitido

para la incubación de huevo, para que así de esta forma los niveles de humedad vuelvan a subir y queden dentro de los parámetros para la incubación de huevo.

Ambos métodos mencionados son económicamente viables para micro y pequeñas empresas, y también funcionan para incubar huevos, pero requieren de una gran responsabilidad por la persona que está a cargo de ver que el proceso de incubación salga bien.

Para los trabajadores del sector avícola, les sería una prioridad, mejorar los métodos de crianza de sus aves, más aún en Nicaragua, donde la industria del pollo ha tenido un gran desarrollo y relevancia en los últimos años, ya que su popularidad, y su demanda, se ha mantenido en constante crecimiento. Desafortunadamente por limitaciones en el aspecto económico, en donde se pueden destacar los altos costos de la materia prima necesaria y la falta de financiamiento para nuevas inversiones.

La producción de aves de crianza se ha visto notablemente afectada, al punto que muchas veces se incumplen pedidos o no se llega a los estatutos de calidad y cantidad que se esperaba por parte de los compradores. Esto lleva a que exista una constante falla de la comercialización que resulta, a grandes rasgos, en pérdidas monetarias importantes; por lo que el desarrollo del sector avícola no puede darse de la manera en que debería si se usaran los métodos adecuados.

Habiendo expuesto toda esta problemática, identificando el contexto, causas y consecuencias cabe hacer la reflexión:

**¿Cómo se puede mejorar la producción de aves de crianza en micro, pequeñas y medianas empresas, nacionales?**

**¿Cómo ayudaría la incubadora electrónica a los micros, pequeños y medianos empresarios del sector avícola?**

## 4 – Justificación

Gracias a la constante demanda del sector avícola en Nicaragua, la solicitud de sus productos ha aumentado significativamente en los últimos años; tal es su popularidad que actualmente figura como uno de los mercados más importantes en la industria de la carne a nivel nacional, porque es fácil el acceso a sus productos, variedad de platillos a un precio relativamente bajo; lo convierte en una alternativa muy atractiva para la población de todas las clases sociales.

Es por ello por lo que todo tema relacionado con la producción de aves de corral y los derivados de estas, es de suma importancia para las empresas involucradas; sobre todo en lo que a eficiencia y calidad refiere, ya que la demanda de sus productos se eleva constantemente y esto prácticamente les obliga a buscar mejores y más eficaces formas de abastecer a los consumidores para que exista un comercio adecuado.

Desafortunadamente en la mayoría de los casos, se pasan por alto a muchos de los problemas que se presentan durante el proceso de crianza de las aves, especialmente cuando hablamos sobre la incubación de los huevos, paso, tal cual es más que vital para asegurar una adecuada tasa de natalidad y, por ende, una buena producción de las aves que serán criadas con distintos fines. Si no se pone una correcta atención a la incubación, no se puede asegurar que el producto final, o sea las aves, alcancen los estándares de calidad y oferta que se esperan por parte del creciente público consumidor, lo que resultaría en un comercio poco satisfactorio por los involucrados.

La manera más efectiva de corregir esta problemática sería modernizando los sistemas involucrados en todo el proceso de crianza de las aves, especialmente los que se relacionen con la etapa de incubación de huevo que, como ya se ha expuesto anteriormente, es uno de los pasos más importantes de la crianza. Y es aquí donde nace la propuesta de diseñar un sistema electrónico que optimice el proceso de incubación de huevo; el cual solvente las debilidades del método artesanal y asegure un proceso más limpio, efectivo y eficiente.

Si se transforman los sistemas de incubación artesanales por unos modernos y controlados, en este caso por un microprocesador, no sólo se optimizaría y facilitaría este período de desarrollo, sino que también se mejoraría en gran medida la tasa de natalidad de las aves, lo que se traduce en una mejor y mayor producción de estas, trayendo consigo grandes beneficios para la industria avícola, así como para los consumidores.

## **5 - Objetivos**

### **5.1 - Objetivo general**

- Proponer un sistema de incubación de huevos automatizado con el microcontrolador atmega328p, con el objetivo de mejorar la productividad del proceso de incubación, en el gallinero Pillarte, ubicado en el municipio de Ticuantepe.

### **5.2 - Objetivos específicos**

- Diagnosticar las necesidades que actualmente dificultan la buena producción de huevos el gallinero Pillarte.
- Diseñar un prototipo de incubación electrónico controlado por el microcontrolador atmega328p, que solvete las necesidades de dicho gallinero.
- Demostrar la funcionalidad de la incubadora electrónica a través de un prototipo.



## **6 – Marco teórico**

Fundamentando la investigación que se abordó en este proyecto, definiremos a continuación varios subtemas relacionados con el problema central de la investigación y a su vez soluciones a esto mismos

### **6.1 - Subtemas relacionados con el problema central de la investigación y solución a esto mismos**

Una de las situaciones que se pueden llegar a presentar es que exista una mala fecundación del huevo debido a diversos factores, por ello se definirá a continuación las causas que pueden llevar a esto

#### **6.1.1 - Huevos transparentes**

Esta es una de las situaciones que puede darse al poner huevos la gallina y estas son algunas de las posibles causas que tienen como consecuencia esta apariencia transparente del huevo

Puede ser debido a que en el gallinero haya muchos gallos o muy pocos gallos.

Además, puede ser debido al peso de estos: por ejemplo, gallos muy gordos o gallos muy delgados.

Otro motivo puede ser que sea el peso de la gallina el que no sea el adecuado. De nuevo, gallinas gordas o gallinas delgadas.

Puede que los gallos tengan problemas o lesiones en las patas o pies.

O que nuestras aves estén hacinadas en el gallinero.

Otra causa puede ser que los huevos hayan estado expuestos a temperaturas muy altas o bajas o que hayan sido almacenados de manera inadecuada durante mucho tiempo.

*(Planeta Avicola , 2020)*

### 6.1.2 - Mortalidad temprana (o falta de sangre en el embrión del huevo)

La primera fase es la mortalidad embrionaria temprana que ocurre entre 1 – 7 días de incubación. Este período es uno de los dos picos de mortalidad típicamente observados en cualquier análisis.

Lo único que aporta este enfoque es establecer una mejor demarcación entre la ausencia de sangre y la aparición de sangre detectable a simple vista lo que usualmente sucede después de 48 horas de incubación (fotos 1 - 4).

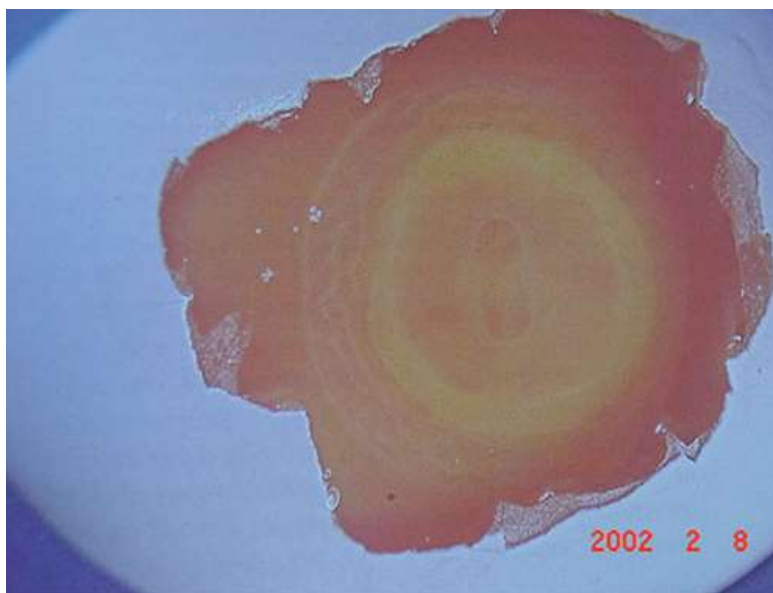


Foto 1. Estado de cuajo sin sangre visible: hasta completar 2 días ó 48 horas de incubación.

Ahora, ¿será válido utilizar esta demarcación para diferenciar los efectos negativos generados en granja de aquellos originados en la planta de incubación?

Se considera lógico y acertado asociar mortalidad embrionaria en los primeros 2 días de incubación con manejos negativos relacionados al manejo del huevo en granjas tales como patrones de recolección, métodos de fumigación y/o desinfección del huevo incubable, constancia de temperatura durante almacenamiento y condiciones de transporte.



Foto 2. Estado de cuajo más avanzado, pero aún sin sangre visible: hasta completar dos días ó 48 horas de incubación

Posteriormente, existe la opción de asociar la mortalidad embrionaria que se presenta a partir del tercer día a manejos generados en planta tales como nivel de selección del huevo al armar las cargas y embandejarlas, temperatura y humedad relativa en el cuarto frío, duración del período de guarda, temperatura de incubación, volteo y otros factores.

Los puntos importantes a poner atención son: boquillas humidificadoras, aspas de los ventiladores, los ductos y los huevos explotados y/o derramados (*Thaxton, 1995*). Es importante que la desinfección de las incubadoras sea dosificada por metro cúbico, ya que aquí más que desinfectar la superficie nos interesa desinfectar todo el ambiente en el que encuentran los embriones, por lo que debe establecerse una dosis por metro cúbico, y esta dosis debe aplicarse sin importar la cantidad total de huevos que tenga la máquina.



Foto 3. Aparición de sangre visible: culminación del día 2 ó 48 horas de incubación.  
Demarcación entre mortalidad temprana de 1 – 2 días y mortalidad de 3 – 7 días.

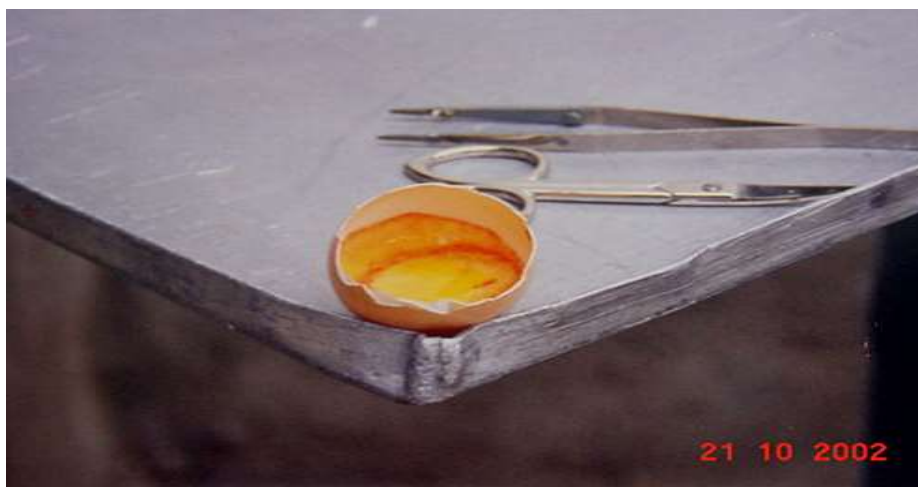


Foto 4. Estado de anillo de sangre: mortalidad de 3 días ó 76 horas de incubación.

Lo más importante durante la primera semana del proceso de incubación es que reactivemos rápida y uniformemente, en un ambiente muy bien controlado, la división celular en blastodermos que previamente estuvieron en estado de latencia. La tecnología de los sistemas de carga única permite lograr este propósito en condiciones operativas y ambientales óptimas y muy controladas. (*El sector avícola, 2015*)



### 6.1.3 - Como reconocer un huevo fértil

Realizar una prueba del trasluz

Es muy importante reconocer y retirar los huevos que no sean fértiles, pues con el paso de los días se irán pudriendo hasta estallar y contaminar el nido, o la incubadora, y a los otros huevos con bacterias, además de producir un olor muy desagradable. Para ello, primero, deberemos cerciorarnos de sí hay algún macho conviviendo con la hembra y de si tienen acceso el uno al otro fácilmente. En caso afirmativo, es posible que los huevos que la hembra ponga sean fértiles, aunque puede ser que no lo sean todos.

Antes de hacer la prueba deberemos esperar unos días a que los huevos hayan sido incubados un poco. En el caso de las gallinas, hay que esperar unos siete días. Si hacemos la prueba antes de haber dejado unos días de incubación, no podremos saber con certeza el resultado. Si observamos que la hembra no incuba los huevos ya podemos descartarlos, pues lo más probable es que no sean fecundos y en caso de que lo sean, si no se incuban desde el principio, no saldrán adelante. (Juste, 2017)

Un ovoscopio puede determinar si el interior del huevo está correcto o no es normal. El ovoscopio no es más que una lámpara que permite al trasluz ver el interior del huevo. Con ello podemos seguir el desarrollo del pollo en el interior del huevo. A los tres días de la incubación se pueden ver las venas al pollito. Estos serán los mejores indicadores de que hay

vida dentro del huevo y que este está fecundado. A los 8 días ya se verá una amalgama de venas y la bolsa de aire interior necesaria para el embrión. Conforme avancen los días. Esa bolsa será más pequeña porque el huevo ira creciendo de tamaño. Durante los 3 últimos días de incubación, lo mejor es evitar mirar los huevos con el ovoscopio a menos que tenga una razón específica para ello. (*Huerto, 2016*)

## **6.2 - Factores que afectan la calidad de la cáscara**

Además de las causas directas que afectan la cáscara del huevo como las enfermedades, hay otros factores que deben tenerse en cuenta en estos trastornos.

### **6.2.1 - Aves de mayor edad**

Las gallinas de mayor edad que cursan en la fase final de producción pueden tener una mayor incidencia de cáscaras frágil ya que el huevo es de mayor tamaño y la mineralización de la cáscara es menos eficiente.

### **6.2.2 - Aves juveniles**

En este grupo etario pueden producirse huevos en fáfara porque el proceso de mineralización de la cáscara no es totalmente eficiente aún.

### **6.2.3 - Bienestar animal**

Los niveles elevados de estrés tienen efecto en múltiples sistemas y procesos metabólicos, incluyendo los que regulan el proceso de formación del huevo y la postura. En aves con bajos estándares de bienestar animal puede producirse huevos frágiles, predisposición a ruptura de la cáscara, retención de huevos, huevos hipercalcificados, huevos sucios o manchados de sangre.

### **6.2.4 – Alimentación**

Los niveles de aminoácidos y minerales suministrados en la dieta deben suplementar las necesidades en las aves de postura. La correcta formación del huevo y la cáscara dependen en gran medida de la nutrición de las aves. En condiciones de nutrición inadecuada pueden aparecer huevos débiles y con cáscara delgada. (*Sáenz, 2021*)



### **6.3 - Enfermedades infecciosas que causan alteraciones de la cáscara**

Entre las causas de las alteraciones de la cáscara hay patógenos infecciosos que tienen múltiples signos clínicos. Estas enfermedades pueden afectar órganos específicos, pero también generar alteraciones en el proceso de la postura.

#### **6.3.1 - Bronquitis infecciosa aviar**

El coronavirus aviar es una de las causas infecciosas principales que genera alteraciones en la cáscara del huevo. El curso de la enfermedad suele ser grave y agudo, incluyendo signos respiratorios principalmente. Sin embargo, también es un efecto clásico que las cáscaras del huevo sean débiles, arrugadas y con deformaciones.

#### **6.3.2 – Micoplasmosis**

Esta enfermedad de origen bacteriano es causada por *Mycobacterium gallisepticum*. Esta patología tiene signos respiratorios, digestivos y causa alteraciones en la cáscara del huevo. Por ello, los huevos pueden ser débiles, rotos o en fáfara.

### **6.3.4 – Laringotraqueítis**

Esta enfermedad viral suele tener un curso respiratorio principalmente que lleva a los animales a una alta morbilidad. También genera alteraciones en la cáscara como huevos débiles, rotos o en fáfara.

### **6.3.5 - Enfermedad de Newcastle**

Esta enfermedad viral causa que los huevos de estas aves sean débiles o con grietas y de cáscara fina.

### **6.3.6 - Síndrome de caída de la postura**

Esta patología es causada por un adenovirus que genera reducción de la postura notablemente. Además, las cáscaras son blandas y pueden sufrir rupturas. (Sáenz, 2021)

## **6.4 - Limpieza de la incubadora**

Una vez que se haya completado la escotilla, la caja de la incubadora y la bandeja deben limpiarse con un cepillo para eliminar todos los desechos y el polvo. Las superficies limpias deben limpiarse a fondo con un paño humedecido en amonio cuaternario, cloro u otro desinfectante. Siga las instrucciones del fabricante cuidadosamente.

1. Limpie la incubadora inmediatamente después de usarla.

Retire todas las cáscaras sueltas y la materia seca.

Limpie la bandeja de huevos y las bandejas de agua.

Remoja en agua tibia con lejía suave o desinfectante, si es necesario.

Frote toda la suciedad adherida con un cepillo.

Limpie el plástico con un paño suave y limpiacristales.

Limpie el fondo de la incubadora

NO use limpiadores químicos. Algunos limpiadores químicos derretirán la espuma de poliestireno. Muchos fondos de plástico y espuma absorberán los productos químicos, lo que puede matar a los embriones en el futuro.

Remoje en una solución tibia de agua y lejía al 25 por ciento y limpie con un paño.



Puede fregar la mayoría de los fondos de plástico con un cepillo.

Limpie el elemento calefactor y otras unidades eléctricas.

NO toque ni moje el elemento.

Cepille las obleas suavemente con un cepillo suave para eliminar el polvo.

2. Guarde la incubadora en una caja protectora.

3. Guarde la incubadora en un lugar fresco y seco.

4. Evite el movimiento excesivo. Cada vez que se mueve la incubadora, aumenta la posibilidad de que el elemento o las obleas se dañen

(Saneamiento de incubadora y equipo , 2014)

## **7 - Diseño metodológico**

Como resultado de la demanda que existe actualmente en Nicaragua para los pequeños productores del comercio de huevo y el desarrollo avícola, se desarrolló la idea de implementar un beneficio que ayude a mejorar la producción avícola en una determinada zona, para lo cual se llevó un proceso de investigación, a través de una entrevista con la dueña de la microempresa al que va dirigido este proyecto, el cual nos permitió ver que era posible la implementación, en este lugar.

En el lugar se recolectaron diversos datos los cuales nos llevaron a determinar las dimensiones y características que debía tener la solución, el cual fue implementar un dispositivo automatizado que diera solución a la pérdida de producción de aves en el lugar mencionado que se detallaran más adelante en el inciso 8.2 de este de documento.

Como complemento y fundamento de la investigación se describe lo siguiente

### **7.1 - Tiempo de traslado de huevo del nido a la incubadora**

Los huevos deben colocarse tan pronto como los recoja, como sea posible.

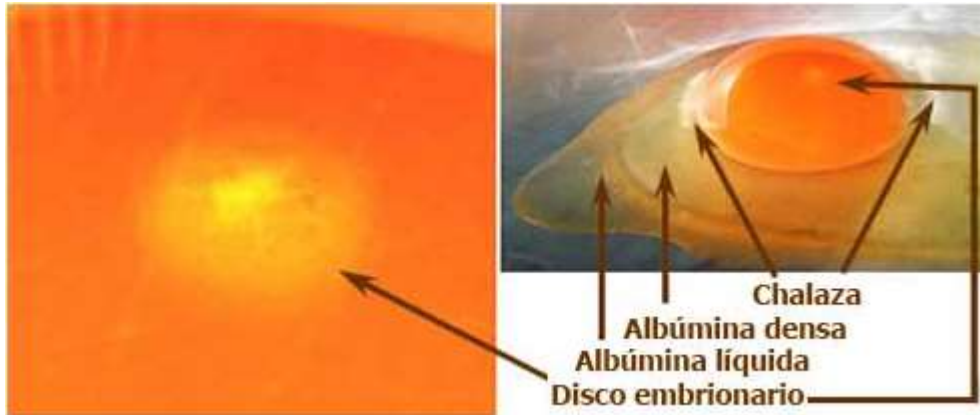
Almacenamiento de huevos durante al menos tres días, ayuda a prepararlos para la incubación; sin embargo, fresco y los huevos almacenados no deben colocarse juntos.

Lo mejor es incubar los huevos dentro de los 7 a 10 días de su puesta. La incubabilidad disminuye rápidamente cuando los huevos se almacenan durante más de 10 días. después de 7 días, la incubabilidad disminuye de 0,5 a 1,5 por ciento por día. cada día de almacenamiento añade una hora al tiempo de incubación.

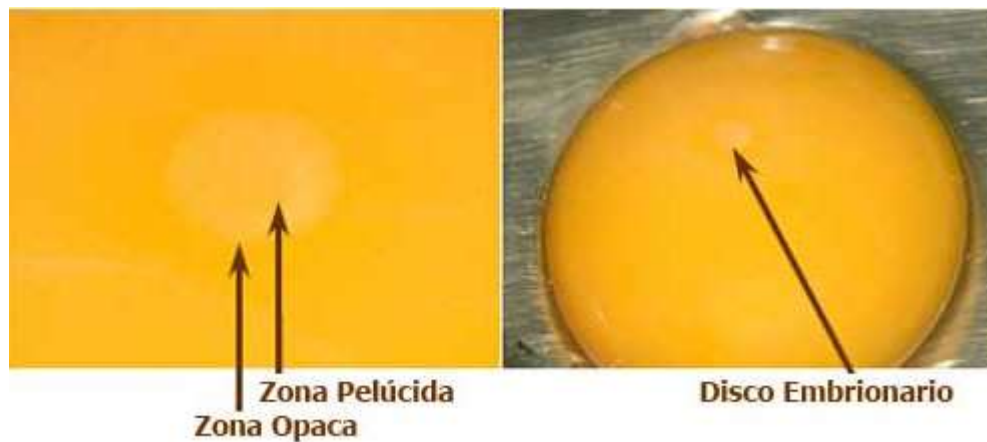
(incubating-and-hatching-eggs-2017, 2013)

## 7.2 - Detección de un huevo fértil e infértil sin ovoscopio

Huevos Infértiles: El disco embrionario de un huevo estéril tiene una acumulación de material blanco en el centro



Huevos fértiles: El disco embrionario fertilizado se ve como un anillo: tiene una zona central de color más claro, que albergará al embrión.



## 7.3 - Periodo y secuencia del ciclo de evolución del embrión

### 7.3.1 - Día 1 al día 5

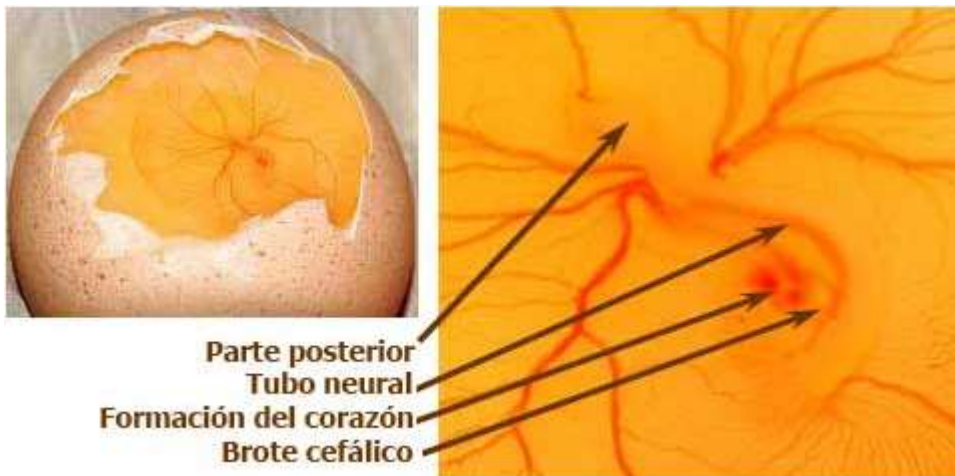
**Día 1:** El disco germinal se encuentra en etapa blastodérmica. La cavidad de segmentación en el marco del área pelúcida toma la forma de un anillo oscuro.



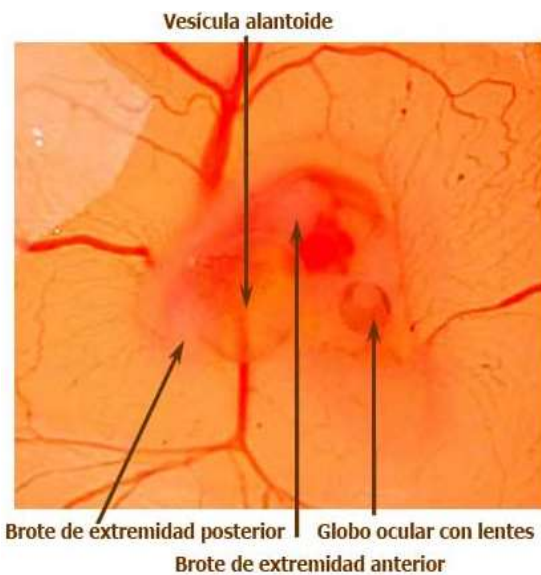
**Día 2:** Aparece la primera ranura en el centro del blastodermo. Entre las membranas extraembrionarias se ve la membrana vitelina, que jugará un papel importante en la nutrición del embrión.



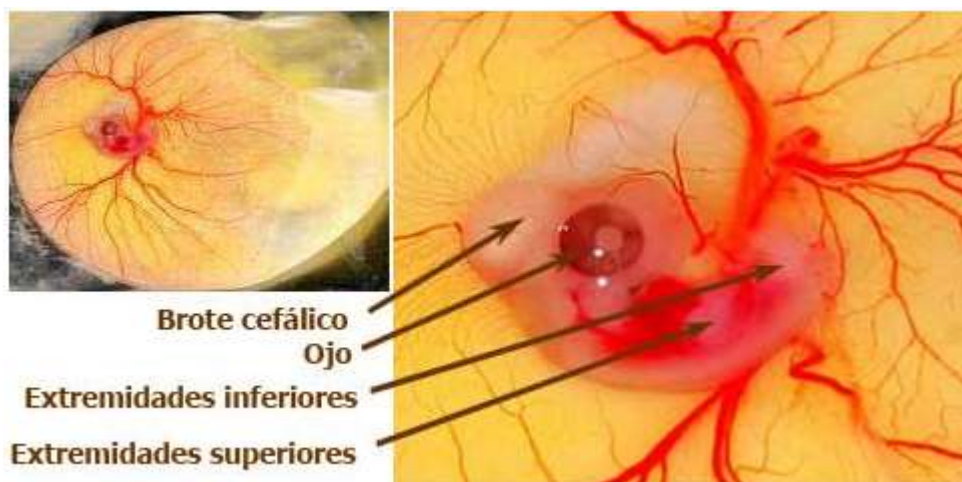
**Día 3:** El embrión está echado sobre su lado izquierdo. Inicia la circulación de la sangre. La membrana vitelina se extiende sobre la superficie de la yema. Se pueden discernir la cabeza y el tronco, así como el cerebro. Aparecen las estructuras cardiacas que comienzan a latir.



**Día 4:** Desarrollo de la cavidad amniótica, que rodeará el embrión: llena con líquido amniótico, protege el embrión y permite que se mueva. Aparece la vesícula alantoidea: juega un papel importante en la resorción de calcio, la respiración y el almacenamiento de residuos.

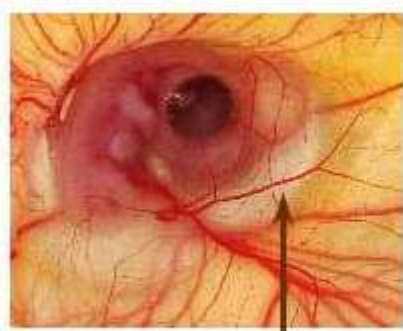


**Día 5:** Aumento sensible del tamaño del embrión, el embrión tiene forma de C: la cabeza se mueve más cerca de la cola. Extensión de las extremidades. Diferenciación de los dedos de las extremidades inferiores.

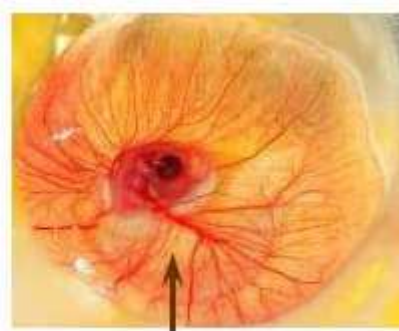


### 7.3.2 - Día 6 al día 10

**Día 6:** La membrana vitelina sigue creciendo y ahora rodea a más de la mitad de la yema. Fisura entre los dedos primero, segundo y tercero de las extremidades superiores, y entre el segundo y tercer dedo de las extremidades inferiores. El segundo dedo es más largo que los otros.



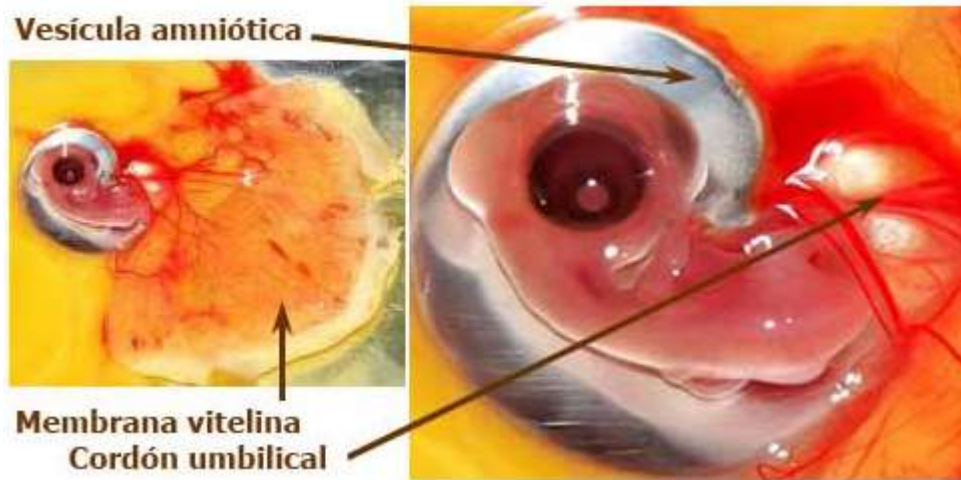
**Cavidad amniótica**



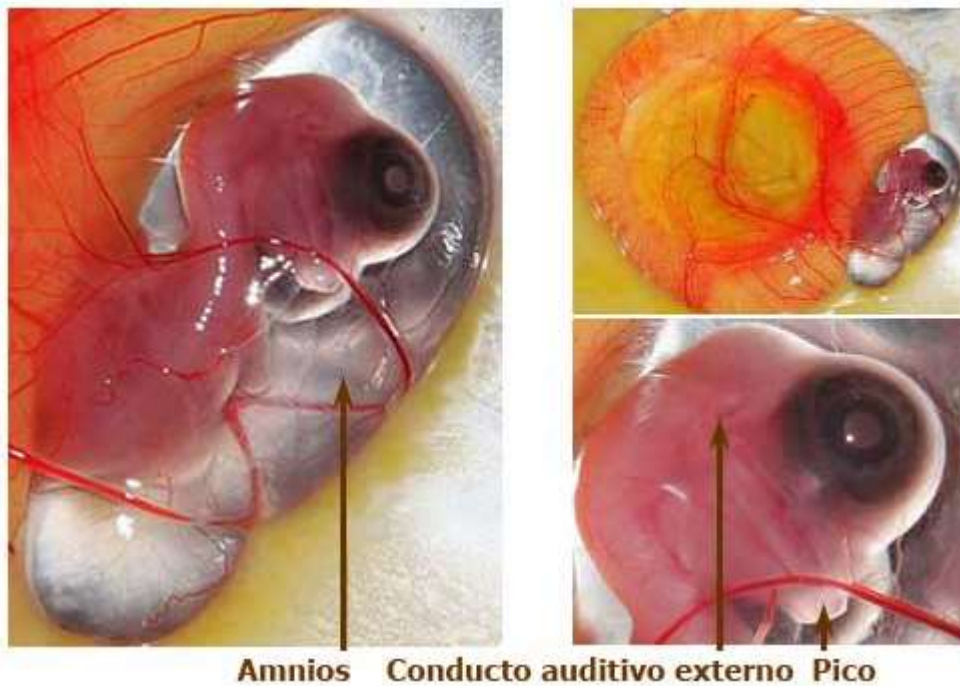
**Alantoides**

**Día 7:** Adelgazamiento del cuello, que ahora separa claramente la cabeza del cuerpo. Formación del pico. El cerebro entra progresivamente en la región cefálica: progresivamente se hace más pequeño en proporción al tamaño del embrión.



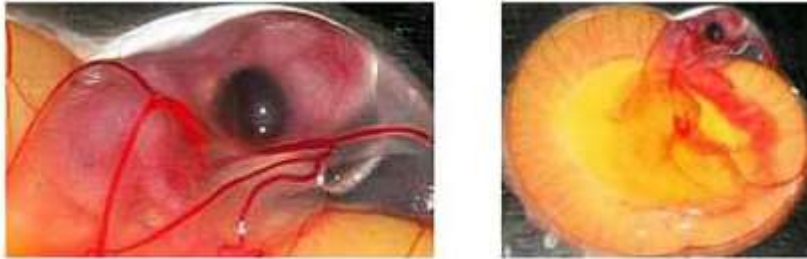


**Día 8:** La membrana vitelina cubre casi toda la yema. La pigmentación de los ojos es fácilmente visible. Se pueden diferenciar la parte superior e inferior del pico, así como las alas y las piernas. El cuello se estira y el cerebro está completamente ubicado en su cavidad. Apertura del conducto auditivo externo.

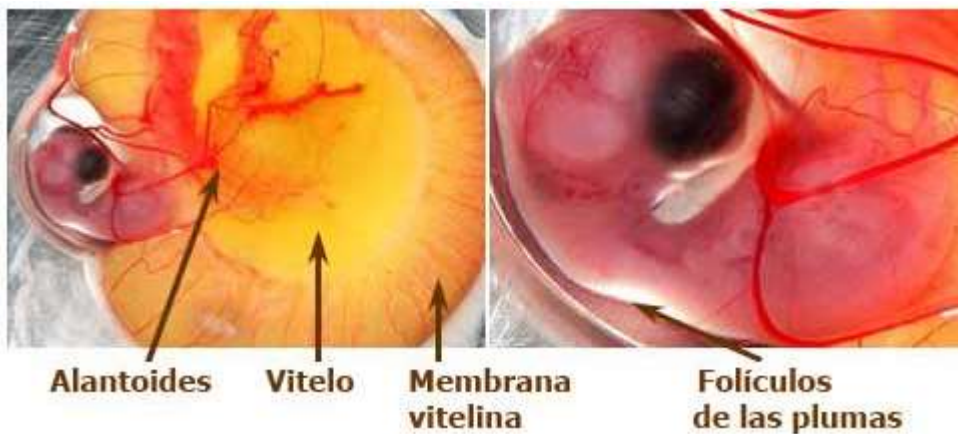


**Amnios Conducto auditivo externo Pico**

**Día 9:** Aparecen las garras. Brote de los primeros folículos de las plumas. Crecimiento de la alantoides y aumento de la vascularización del vitelo.



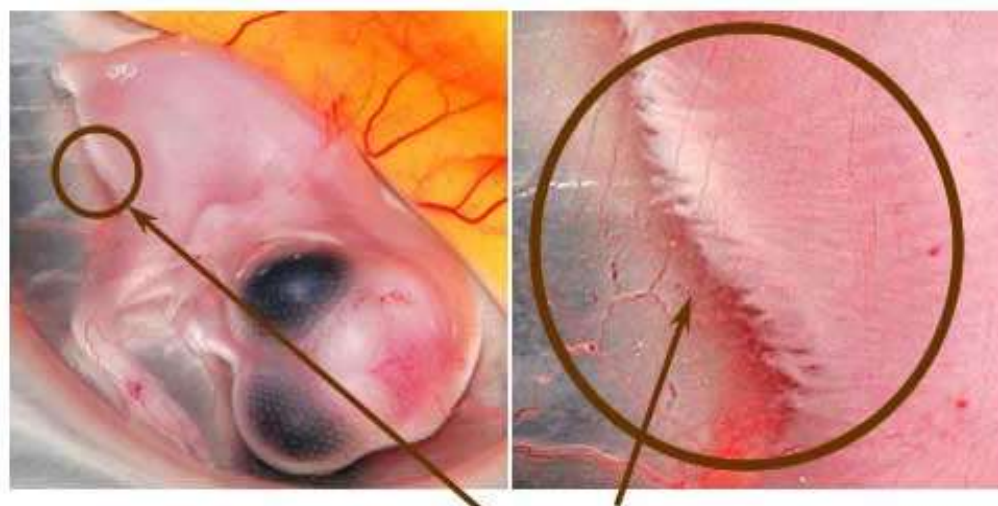
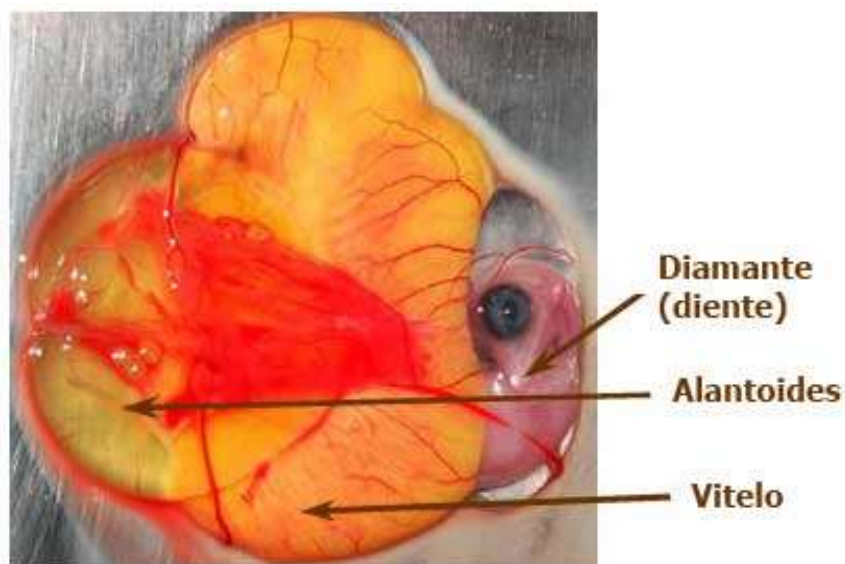
**Día 10:** Las fosas nasales están presentes como aberturas estrechas. Crecimiento de los párpados. Extensión de la porción distal de las extremidades. La membrana vitelina rodea completamente la yema. Los folículos de las plumas cubren ahora la parte inferior de las extremidades. Aparece el diente de huevo.





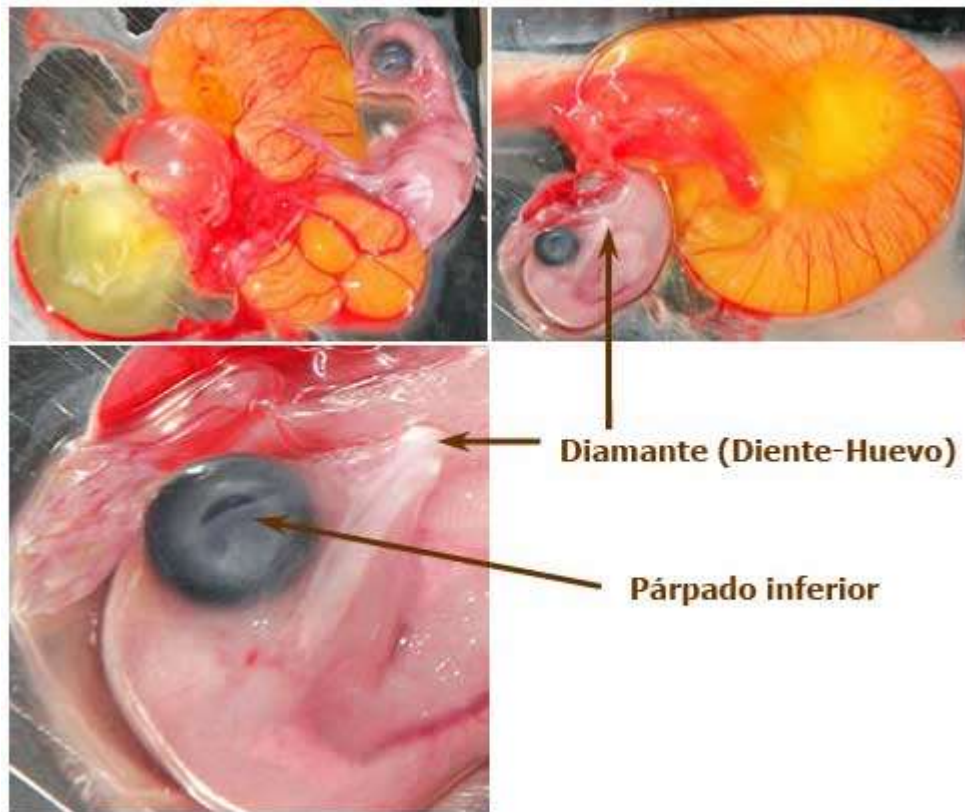
### 7.3.3 - Día 11 al día 16

**Día 11:** La fisura palpebral es de forma elíptica que tiende a ser más delgada. La alantoides alcanza su tamaño máximo, mientras que el vitelo comienza a achicarse. El embrión tiene ahora el aspecto de un pollo.

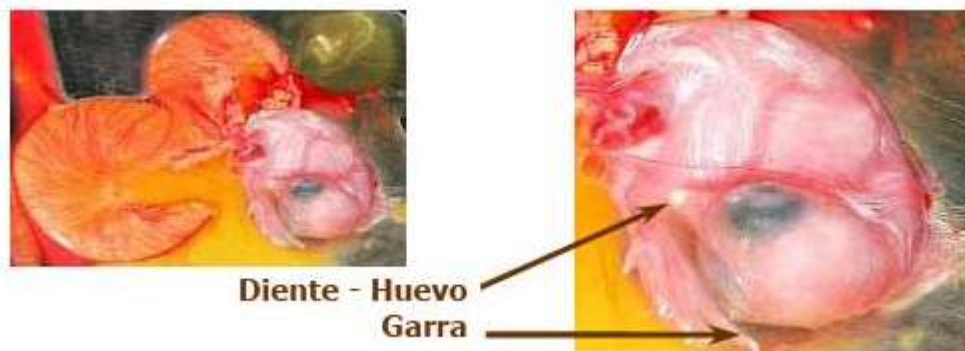


**Folículos de las plumas**

**Día 12:** Los folículos de las plumas rodean el meato auditivo externo y cubren el párpado superior. El párpado inferior cubre dos terceras partes, o incluso tres cuartos de la córnea.



**Día 14:** La pelusa cubre casi todo el cuerpo y crece rápidamente.



**Día 15 y 16:** Pocos cambios morfológicos: el pollo y las plumas siguen creciendo. Se acelera la reducción del vitelo. Desaparición progresiva de la clara de huevo. La cabeza se mueve hacia la posición de picado, bajo el ala derecha.

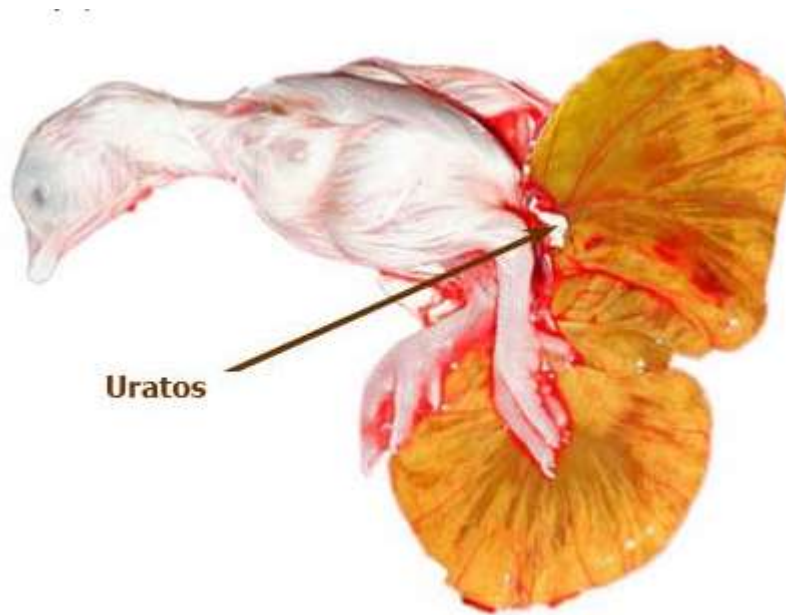


#### 7.2.4 - Día 16 al día 21

**Día 17:** El sistema renal del embrión produce uratos. El pico, que está bajo el ala derecha apunta hacia la celda de aire. La clara de huevo se reabsorbe totalmente.



**Día 18:** Inicio de la internalización de vitelo. Reducción de la cantidad de líquido amniótico. Este es el momento para la transferencia de la incubadora a la nacedora.



**Día 19:** Se acelera la resorción del vitelo. El pico está contra la membrana de la cáscara interior, listo para perforarla.



**Día 20:** El vitelo está totalmente reabsorbido, se cierra el ombligo. El pollo perfora la membrana de la cáscara interior y respira en la celda de aire. El intercambio de gases ocurre a través de la cáscara, que es porosa. El pollo está listo para eclosionar. Empieza la perforación de la cáscara.





**Día 21:** El pollo usa sus alas como guía y sus piernas para darse la vuelta y perforar la cáscara en forma circular a través de su diente-huevo.



Logra salir de la cáscara en 12 a 18 horas y permite que sus plumas se sequen.



(Warin, 2011)

En Ticuantepe se encontraba la microempresa Pillarte, que cumplía las características para aplicar dicho proyecto, y que presentaba estas necesidades.

#### **7.4 - Factores limitantes identificados**

##### **7.4.1 - La pérdida de incubación completa del huevo**

Esto debido a que las gallinas, suelen levantarse, en algunos periodos que influyen con el clima, por ejemplo, cuando hace mucho calor y cuando hay temporadas lluviosas, esto da como resultado que el embrión del huevo no se desarrolle completamente, y quede obsoleto.

##### **7.4.2 - Falta de seguridad**

Esto debió a que en el gallinero, según la persona dueña del lugar, mencionó que algunas veces algunos gatos y perros callejeros le han matado algunas de las gallinas y también que le han hecho perder crías de huevos, esto se ha dado debido a las condiciones del enmallado del local.

Debido a esto a esto se plateo hacer un prototipo de incubadora de huevos automatizado, que resolviera las necesidades, de dicho gallinero.

Para lo cual se ideó un diseño de prototipo adecuado para dicho gallinero, el cual está compuesto se construyó con los siguientes dispositivos

## **7.5 – Condiciones para efectuar un incubamiento adecuado**

### **7.5.1 – Condiciones de incubación temperatura**

La mejor eclosión manteniendo la temperatura a 100 grados F (37.7 C) durante todo el período de incubación al utilizar una incubadora de aire forzado.

Las fluctuaciones menores de temperatura (menos de ½ grado) por encima o por debajo de 100 grados F (37.7 C) son toleradas, pero no deje que las temperaturas varíen más de un grado. Los periodos prolongados de temperaturas altas o bajas alterarán el éxito de la eclosión. Las temperaturas altas son especialmente peligrosas.

Una incubadora de aire forzado que está demasiado caliente tiende a producir eclosión temprana. Una que se mantiene constantemente fría tiende a producir eclosiones tardías. En ambos casos se reducirá el número de pollitos que eclosionan.

(El sitio Avicola , 2013)

### **Variables a controlar o medir:**

#### **7.5.2 – Condiciones de incubación humedad**

##### **¿Qué hace la humedad?**

Las cáscaras de huevo pueden parecer sólidas, pero en realidad son porosas. Puedes probar si un huevo de supermercado es bueno para comer flotándolo en agua. Los huevos más frescos se hundirán porque pesan más, mientras que los huevos viejos flotarán porque tienen mucho más espacio vacío. Esto también se aplica a los huevos que intenta incubar, aunque no recomendamos una prueba de flotación para esos huevos.

Mientras los huevos se incuban, naturalmente perderán peso. Es importante tener la humedad establecida en el porcentaje correcto para que los huevos pierdan la cantidad ideal de peso. Si la humedad se mantiene en el nivel adecuado, los pollitos en desarrollo podrán usar el espacio de aire disponible para respirar y moverse.

### **Si la humedad es demasiado baja**

La baja humedad hará que los huevos pierdan demasiado peso, lo que significa que el espacio de aire será más grande de lo ideal. Un gran espacio de aire también significa que el pollito será más pequeño de lo normal. Los pollitos pequeños son pollitos débiles, y los pollitos débiles no siempre pueden salir del cascarón por sí solos, y pueden morir justo antes o después de salir del cascarón.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la baja humedad suele ser un problema menor que la alta humedad, que trataremos a continuación.

### **Si la humedad es demasiado alta**

Si la baja humedad equivale a demasiada pérdida de peso, entonces la alta humedad equivale a una pérdida de peso insuficiente. En este caso, el espacio de aire será más pequeño de lo normal y el pollito será más grande. Un pollito grande puede ser un pollito fuerte, pero un pequeño espacio de aire puede afectar la respiración y causar problemas de esa manera. Esto también provoca una falta de espacio, lo que dificulta que el pollito se mueva y salga del cascarón.

Una vez que un pollito ha picado en un caparazón que no ha perdido suficiente peso, puede morir debido a la debilidad por falta de aire, o porque no puede maniobrar para escapar el resto del camino.

(BRINSEA incubation specialist , 2016)

### **¿Cómo respiran los pollitos dentro del huevo?**

Los polluelos respiran dentro del huevo a través de una membrana llamada alantoides.

Aunque los embriones de ave no tienen pulmones activos, la cáscara de huevo no es hermética y los gases pueden entrar y salir.



Dentro del huevo, una extensión del tubo digestivo con forma de salchicha forma una membrana especial llamada alantoides.

Está cubierta por una fina red de vasos sanguíneos que dejan entrar el oxígeno en la sangre y dejan salir el dióxido de carbono.

(BBC NEWS Mundo , 2013)

### **Humedad dentro de la incubadora**

Durante el proceso de incubación, la cantidad de aire que puede entrar a un huevo tiene una gran influencia en el sano crecimiento del embrión. Los entornos con condiciones de 50-60% de HR son óptimos para obtener embriones de tamaño saludable, ya que estas condiciones permiten que la cámara de aire se desarrolle al tamaño correcto, lo que permite que los pulmones del embrión se desarrollen correctamente tras el entubado interno. Esto garantizará que, una vez incubado, el pollito gozará de sus funciones motrices saludables y tendrá un comportamiento normal, ya que podrá respirar la cantidad necesaria de oxígeno. Al asegurar el mantenimiento adecuado de su incubadora de huevos, podrá garantizar que este proceso se ha producido correctamente.

### **Enfermedades que pueden pasar por malos niveles de humedad**

Los ombligos mal cicatrizados en pollitos recién nacidos son el resultado de un desarrollo insalubre, y estas condiciones pueden ocasionar infecciones dolorosas, así como la mortalidad en muchos casos. Otra condición ligada a condiciones insalubres en el desarrollo del embrión se refiere a las articulaciones del corvejón del pollito, que se ven hinchadas y rojas. Estas pequeñas lesiones causan debilidad en las patas. Para evitar estos problemas y asegurarse de producir crías sanas, es importante mantener los niveles de humedad relativa entre el 50 y el 60% HR.

Con frecuencia hay confusión en cuanto a cómo se expresa la medición de la humedad. La mayoría de las personas en la industria de la incubación se refiere al nivel de humedad en términos de grados F, (bulbo húmedo) en lugar de porcentaje de humedad relativa. Los dos términos son intercambiables y la humedad real depende de la temperatura (F.) según se mide con el bulbo del termómetro seco.

(El sitio Avicola , 2013)

### **Humedad absoluta**

Humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua (comúnmente medido en gramos) contenido en un determinado volumen de aire (comúnmente un  $m^3$ ). Así pues, la humedad absoluta la mediremos en gramos de vapor de agua por metro cúbico de aire.

### **Humedad específica**

Es el mismo concepto que la humedad absoluta, pero cambiando las unidades de medición, en este caso hablamos de kg de agua por kg de aire seco. Tanto en la humedad absoluta como en la específica, el agua siempre está en forma de vapor (gas).

### **Humedad relativa (Hr)**

Es la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire (humedad absoluta) y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura (humedad absoluta de saturación).

(S&P, 2018)

### **Funcionamiento de medición de bulbo seco y bulbo húmedo**

Funcionamiento: El termómetro de bulbo seco indica la temperatura ambiente, mientras que la de bulbo húmedo da la temperatura debida a la evaporación, relacionada con la sensación térmica.

(Max Kohl, 2019)

#### **7.4.5 - Función de giro de los huevos de gallinas:**

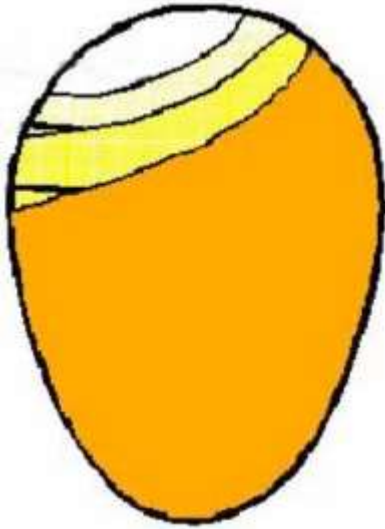
El volteo de huevos de aves durante la incubación afecta varios aspectos fisiológicos y físicos del embrión y las membranas extraembrionarias, incluida la formación de líquido subembrionario, la utilización de la albúmina y el crecimiento embrionario. Si bien no voltear los huevos puede causar un desarrollo anormal, como una reducción del área vascular, reducción del líquido subembrionario (SEF) y reducción del desarrollo de la membrana corioalantoidea (CAM), aumento de la mala posición y adherencia incorrecta de

la alantoides a la membrana de la yema o del embrión a la cáscara. Membrana, todo lo cual puede conducir a la mortalidad embrionaria. Cutchin et al; (2009) afirma que los huevos girados menos de 40° reducirán la incubabilidad y la calidad de los pollitos, además aumentarán la mortalidad embrionaria y la mala posición.

Anteriormente, los documentos de Funk y Forward (1953) examinaron en dos experimentos el efecto del ángulo de giro sobre la incubabilidad. Los ángulos de giro de los huevos durante la incubación fueron, 20°, 30° y 45°, en el primer experimento y 30°, 40°, 45°, en un segundo experimento, concluyeron que de 43° a 45° tuvieron los mejores resultados de incubabilidad. tanto la eclosión de todos los huevos puestos como la eclosión de los huevos fértiles. En 1960 los autores repitieron los mismos experimentos con diferentes ángulos. Investigaron ángulos de giro de 30°, 45°, 60° y 75° desde la vertical y encontraron que 43° a 45° aún producían los mejores resultados de rasgos de incubabilidad.

(Mostafa, 2020)

#### 7.4.6 - Posición de los huevos en la incubadora



Los huevos se colocan inicialmente en la incubadora con el extremo grande para arriba u horizontalmente con el extremo grande elevado levemente. Esto permite al embrión seguir orientado en una posición apropiada para el nacimiento. Nunca coloque los huevos con el extremo pequeño para arriba.

(Tom.W.Smith, 2013)

#### **¿Cuánto tiempo tardan en nacer los pollos?**

Se cifra en 21 días, momento en el que deberían nacer, aunque en algunos casos la eclosión del huevo puede retrasarse incluso una semana más, generalmente porque se encuentran a una temperatura inadecuada.

#### **¿Cómo voltear los huevos en una incubadora?**

En las incubadoras de huevos automáticas cuentan con una bandeja de volteo automático, del mismo modo que en caso anterior, debemos poner los huevos siempre con la parte más ancha hacia arriba. Las incubadoras automáticas están programadas y de forma autónoma suelen rotar los huevos cada 2 horas.

(Oble, 2022)

Con respecto a la investigación que hemos hecho y toda información que hemos visto concluimos acá los valores y forma adecuados de incubar el huevo de gallina

### **7.5 Detalles y características técnicas de los elementos usados selección de los sensores y actuadores.**

#### **7.5.1 - Parámetros del sensor DHT22**

##### **Especificaciones técnicas**

Descripción del sensor: Señal digital calibrada de salida DHT22. Utiliza tecnología exclusiva de recolección de señales digitales y humedad tecnología de detección, asegurando su confiabilidad y estabilidad. Sus elementos de detección están conectados con un solo chip de 8 bits computadora.

Cada sensor de este modelo tiene compensación de temperatura y está calibrado en una cámara de calibración precisa y el coeficiente de calibración se guarda en el tipo de programa en la memoria OTP, cuando el sensor está detectando, citará coeficiente de memoria.

El tamaño pequeño, el bajo consumo y la larga distancia de transmisión (20 m) permiten que DHT22 se adapte a todo tipo de ocasiones de aplicación duras.

##### **Datos técnicos**

Modelo	DHT22
Fuente de alimentación	3.3 – 6V DC
Rango de operación	humedad 0-100% HR; temperatura -40~80Celsius
Precisión	humedad +-2 % RH (máx. +-5 % RH); temperatura <+- 0.5Celsius
Resolución o sensibilidad	humedad 0.1%HR; temperatura 0.1Celsius
Estabilidad a largo plazo	+/-0,5% HR/año

Período de detección promedio	2 segundos
Área máxima de medición	20m <sup>2</sup>
Dimensiones	tamaño pequeño 14*18*5,5mm; tamaño grande 22*28*5mm

(aosong, 2010)

### 7.5.2 - Parámetros de la pantalla LCD 16x2

El voltaje de funcionamiento es de 4,7 V a 5,3 V.

El consumo de corriente es de 1 mA DC sin retroiluminación.

Módulo de pantalla LCD alfanumérico, lo que significa que puede mostrar alfabetos y números

Consta de dos filas y cada fila puede imprimir 16 caracteres.

Cada personaje está construido por un cuadro de 5 × 8 píxeles

Puede funcionar tanto en modo de 8 bits como de 4 bits

También puede mostrar cualquier carácter personalizado generado

Disponible en retroiluminación verde y azul.

Número del pin	Nombre del pin	Descripción
1	Vss (GND)	Clavija de GND conectada a GND del sistema
2	Vdd +5V	Alimenta la pantalla LCD con +5 V (4,7 V – 5,3 V)

3	E (contraste)	Decide el nivel de contraste de la pantalla. Conexión a tierra para obtener el máximo contraste.
4	Registrar seleccionar	Conectado al microcontrolador para cambiar entre comando registro/datos
5	Leer escribir	Se utiliza para leer o escribir datos. Normalmente conectado a tierra para escribir datos en la pantalla LCD
6	Habilitar	Conectado al pin del microcontrolador y alternado entre 1 y 0 para el reconocimiento de datos
7	Pin de datos 0	Los pines de datos 0 a 7 forman una línea de datos de 8 bits. Se pueden conectar al microcontrolador para enviar datos de 8 bits.  Estos LCD también pueden funcionar en modo de 4 bits, en cuyo caso los pines de datos 4, 5, 6 y 7 quedarán libres.

8	Pin de datos 1	
9	Pin de datos 2	
10	Pin de datos 3	
11	Pin de datos 4	
12	Pin de datos 5	
13	Pin de datos 6	
14	Pin de datos 7	
15	LED positivo	Terminal positivo de pin LED de retroiluminación
16	LED negativo	Terminal negativo de pin LED de retroiluminación

(Component 101, 2021)

### 7.5.2 - Parámetros del ventilador

<b>Dimensiones</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Rodamiento</b>	<b>Velocidad de rotación (RPM)</b>	<b>Conector</b>
92x92x25mm	12V	0,12 a $\pm$ 10%	hidráulico	1800RPM $\pm$ 10% durante 1 ~ 3 minutos después de encender	2510-3PIN
<b>Volumen de aire</b>	<b>Voltaje de funcionamiento:</b>	<b>presión del aire en (h2o)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Ruido (dbA)</b>	<b>Vida útil(horas)</b>
39,8cfm $\pm$ 10%	7-13,5 V	0.1	1.4	24.8dbA $\pm$ 10%	40000



Longitud del Cable: 300MM

Peso neto: 120 g/unidad

(Guangdong, 2013)

### 7.5.3- Parámetros del motor

#### Descripción

Motor síncrono de imán permanente AC/3 vatios/CW/4,2-5 rpm MT8-3

#### Características:

Especificaciones generales	
Tipo	Motor síncrono
Eficiencia	IE 2
Número de fase	1
Frecuencia	50Hz/60Hz
Potencia de salida	3W
Certificación	RoHS
Características protegidas	Antigoteo

(Grandado, 2022)

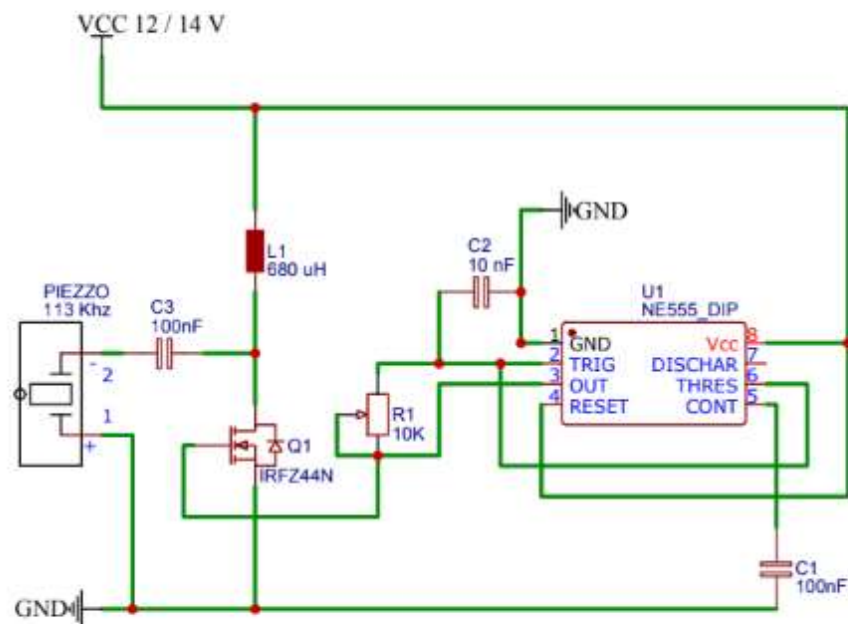
### 7.5.4 - Parámetros del microcontrolador ATMEGA328P

Características y especificaciones

características	ATmega328/P
Familia	AVR
Numero de pines	28
Memoria Flash	32K bytes
Memoria Ram	2K bytes
EEPROM	1K bytes
Líneas de E/S de uso general	23
ADC Canales	6 canales de 10 bits
CPU	8Bit
Frecuencia máxima de funcionamiento	20 Mhz
Voltaje de operación	1.8 - 5.5V
Formato (encapsulamiento)	Dip
Comunicación	I2C, SPI, USART
Rango de Temperatura	40°C a 85°C
Dimensiones	4.6 mm x 34.8 mm x 7.5mm
Peso	2.2 g

(Corporation, 2016)

### 7.5. – Diagrama del humidificador usado



(YILDIZ, 2021)

#### Síntesis.

Tal y como se mencionó anteriormente el proceso de incubación dilata 21 días, tiempo dentro del cual necesita mantenerse a una temperatura de 37.7°C y un 60% de humedad absoluta y con una rotación de 0 a 45° y de 45° a 0° grados de posición, cada 2 horas

El proceso de incubación dilata 21 días dentro de la incubadora, a los 18 días el motor debe de dejar de girar y pasar los huevos a la nacedoras y ponerlos de una forma horizontal, y la humidificación absoluta debe de aumentar en un 65%.

En base a las características técnicas los dispositivos electrónicos descritos anteriormente, concluimos que son aptos para el desarrollo de la incubadora ya que cumplen con las funciones que requerimos para su correcto funcionamiento

## 8 - Desarrollo

Como fruto de este proyecto se logró realizar con éxito, con cada uno objetivos específicos propuestos.

La primera parte abarco, lo más importante que fue analizar la situación que del dicho lugar mencionado en el tema, de aquí se expondrá más ampliamente cada uno de los objetivos específicos.

El primer logro que se obtuvo de este proyecto que se emprendió fue hablar con la dueña del lugar donde está destinado a implementarse este mismo, la cual nos revelo la información necesaria a través de una entrevista, y nos permitió inspeccionar todo el lugar donde están las aves y sus crías esto nos llevó a plantearnos el siguiente objetivo específico el cual es diseñar el prototipo que le funcionaria para solucionar las dificultades que actualmente tiene con la producción de gallinas en su negocio.

Vale mencionar también que el prototipo fue diseñado específicamente para el gallinero de ella, y su tratamos de hacer con elementos de bajo precio, a fin de que fuera de un precio ideal para ella

### **8.1 - Análisis del local donde decidimos implementar este proyecto**

Los puntos para tomar en cuenta fueron el lugar el número de gallinas que había en el lugar, en su totalidad eran el lugar y para cuantas gallinas tenían capacidad de almacenar y si tenían el deseo de expandir a un más su negocio y esta última respuesta fue afirmativa por parte de la dueña del local

En ese momento se encontraban 80 gallinas en el lugar, pero la dueña del local nos comentaba que época de altas llegaban a tener capacidad en su gallinero de hasta 200 gallinas, y que si estaba dispuesta a probar nuestro dispositivo que creáramos para incubar sus los huevos de sus gallinas.

**Luego de esto avanzamos averiguar más información las se describen a continuación**

#### **8.1.1 - Diagnóstico (Preguntas y respuestas) - recomendaciones**

##### **¿La gallina puede quedar siempre preñada del gallo?**

Las gallinas, como otras aves, ponen huevos fertilizados a través de la reproducción sexual. Cuando un gallo se aparea con una gallina, su esperma se almacena en numerosos túbulos de almacenamiento de semen (TSM) ubicados en el área donde el útero de la gallina se une a la vagina. Pero esto no necesariamente significa que ya tendrás huevos fertilizados, pues si la gallina no acepta al gallo, puede expulsar el semen para evitar tener descendencia (que no suele suceder mucho, pero hay casos documentados).

Todo el proceso de desarrollo del huevo toma aproximadamente 25 horas, lo que hace que una gallina ponga su huevo aproximadamente una hora más tarde cada día.

##### **¿Cuándo un huevo es fértil?**

Un huevo solo será fértil si la gallina se ha apareado con un gallo antes de que se formara el huevo. Trátare de explicarlo con un ejemplo más simple: Si el apareamiento tiene lugar un domingo, el huevo del domingo no será fértil. Esto se debe a que el desarrollo del huevo comenzó su recorrido el sábado antes del apareamiento. El huevo del lunes podría o no ser fértil. Depende de la hora del día en que se produjo el apareamiento y cuando el huevo comenzó su viaje. El huevo del martes seguramente será fértil.

### **¿Por cuantos días mis gallinas seguirán poniendo huevos fértiles después del apareamiento?**

La duración promedio de la fertilidad de un solo apareamiento es de 10 a 14 días. Si desea incubar huevos de una gallina y un gallo de la misma raza, puede estar 80% seguro de la fertilidad de sus huevos.

Muchos criaderos de pollo, para asegurar que los huevos fértiles provienen del apareamiento deseado, simplemente juntan la gallina y el gallo, luego esperan de dos a tres semanas antes de recolectar los huevos para incubar.

La cantidad de tiempo durante el cual la gallina continuará poniendo huevos fértiles depende de la cantidad de esperma inyectada por el gallo en sus numerosos túbulos de almacenamiento de esperma, que son capaces de almacenar semen de múltiples apareamientos y gallos múltiples. Las gallinas altamente productivas generalmente permanecen fértiles por más tiempo que las gallinas que crecen a un ritmo más lento.

### **¿Los huevos fertilizados son aptos para el consumo humano?**

La respuesta es sí. Es perfectamente saludable comer tanto huevos fertilizados como no fertilizados. Además, una vez que el huevo fertilizado se almacena dentro de la nevera, el embrión ya no sufre ningún cambio o desarrollo.

### **Cuidado con el apareamiento excesivo**

En algunos casos, si no hay suficientes gallinas, un gallo puede aparearse demasiado con las gallinas y provocarles lesiones, así como experimentar un estrés innecesario. Generalmente se recomienda que tenga de 8 a 10 gallinas por cada gallo para asegurarse de que el gallo pueda dividir su tiempo de manera adecuada sin causar estrés a las gallinas. Las gallinas que están siendo sometidas a demasiados apareamientos pueden mostrar daños alrededor de la cabeza, el cuello y la cresta como resultado de ser montados repetidamente.

(Gallinas ponedoras , 2019)

### **¿Cuántos huevos pueden poner una gallina al año?**

Se estima que una gallina ponedora puede realizar la puesta de hasta 300 huevos en un año.

Sin embargo, este número dependerá de tres causas principalmente: la raza, su alimentación y cuidados, su edad, la época del año, su estado de salud y las condiciones ambientales.

No obstante, también existen otras variables que influyen en la puesta de huevos de una gallina que ya vienen dadas y no se pueden modificar, como la raza, la edad del ave o la época del año.

En definitiva, lo ideal es conocer todos los factores que afectan a la puesta de huevos -modificables o no- para tratar de mejorar aquellos relativos al bienestar animal y, por el contrario, no preocuparse demasiado por aquellos que vienen impuestos por la naturaleza

### **¿Qué factores influyen en la cantidad de huevos que pone una gallina?**

Básicamente son seis: la raza de la gallina, su alimentación y cuidados -que propician un mejor o peor estado de salud-, la época del año y las condiciones ambientales en las que viva el animal. Asimismo, y en condiciones excepcionales, influye la genética de la gallina en particular.

#### **La raza de gallina**

Pues sí, la raza es uno de los factores más importantes. ¿Pensabas que todas las gallinas ponen la misma cantidad de huevos? Nada más lejos de la realidad.

Al igual que un galgo no corre a la misma velocidad que un chihuahua, una gallina Lohman (entre 320-325 huevos/año) no pone lo mismo que una gallina Brahma (120 huevos/año) o incluso una Sebright, que lo hace esporádicamente.

Es decir, no te proporcionará la misma cantidad de huevos una gallina ponedora que una de doble propósito o una ornamental.



### **Gallinas ponedoras o de puesta**

Así, las razas de gallinas que más huevos te darán son las pertenecientes a razas del gran grupo de ponedoras, que surgieron en sus orígenes a partir de cruces en los que se buscaba conservar y fomentar estas buenas dotes para la puesta.

Entre estas razas especialmente dotadas figuran la Lohman, Isa Brown (más de 320 huevos/año), Leghorn (320 huevos/año)...

### **Gallinas de doble propósito**

Las gallinas de doble propósito, donde se enmarca otro gran grupo de razas de gallinas, dan menos huevos, pero ofrecen una carne muy apreciada; no así las gallinas ponedoras, con carne de inferior calidad.

Entre las gallinas de doble propósito más conocidas destacan la Rhode Island (250 huevos/año), la Plymouth Rock (200 huevos/año) o la gallina de Mos (192 huevos/año).

### **Gallinas ornamentales**

Por último, las gallinas ornamentales, razas exóticas que hoy día se crían para compañía o para la competición, no son excelentes ponedoras, si bien se aprecian diferencias entre razas. Desde los escasos 40-50 huevos/año de la Sedosa del Japón, a los 60-80 huevos/año de la Serama, pasando por los 120 huevos/año de la Brahma o los sorprendentes 150 huevos/año de la gallina Polaca.

### **La alimentación y cuidados de la gallina en la puesta de huevos**

Cualquier gallina, de cualquier raza, pondrá más o menos huevos en función de una buena o mala alimentación. Las gallinas necesitan hidratos y proteínas que reciben a través de cereales y leguminosas: el maíz y la soja son dos buenas elecciones, pero podría haber otras.

La alimentación de gallinas camperas es casi un arte, ya que hay que cuidar infinidad de detalles para que puedan expresar su máximo potencial genético.

No obstante, y como consejos generales, mencionaremos que es imprescindible que una gallina campera coma ad libitum (a demanda o libremente), sin restricción de cantidades, que tenga acceso a abundante agua limpia en todo momento, que la fórmula de su pienso se adecúe a su edad (de más joven a más madura, pues no tienen las mismas necesidades) y que asimismo se les proporcionen fuentes adecuadas de fibra, de aminoácidos y de minerales.

Además, y como curiosidad, el tamaño de los granos influye en que los elijan o desprecien; así que el granjero deberá estar atento para que no rechacen nutrientes imprescindibles en su dieta.

Por cierto, si las temperaturas suben exageradamente, como ocurre en España en algunas zonas interiores, las gallinas comen menos y beben más, y, por tanto, dejan de poner.

### **La edad de la gallina**

Una gallina pone huevos porque es fértil.

Por tanto, el período en que una gallina pone huevos es aquel en que es capaz de criar, es decir, desde que comienza su “adolescencia”, a partir de las 20-24 semanas de edad, hasta las 75-80 semanas, cuando iniciarían su “menopausia”.

Incluso aunque estemos ante la mejor gallina ponedora del mundo, sólo pondrá huevos en ese período concreto de su vida.

### **La época del año: se necesita luz para poner**

Las gallinas necesitan de luz solar para poner. Por eso ponen menos huevos en invierno o en los días lluviosos de primavera y verano.

¿Por qué? El motivo es que la luz estimula la glándula hipófisis, encargada de estimular las hormonas LH y FSH, que llegan a través de la sangre al aparato reproductor del ave, regulando la maduración de los óvulos y, por tanto, la puesta de huevos.

### **Estado de salud y genética concreta**

Una gallina con enfermedades o carencias nutricionales pondrá menos o incluso, en casos más serios, dejará de poner. Por eso es fundamental vigilar todos los parámetros de bienestar animal.

Cualquier patología puede afectarlas, pero es especialmente recomendable vigilar sus niveles de calcio. La puesta de huevos provoca una gran descalcificación en las aves, y el cuidador debe estar atento, suplementándolas con una fuente fácilmente asimilable.

Además, en casos especiales, una gallina puede ser infértil, independientemente de la raza a la que pertenezca. Esto no se da con frecuencia, pero puede ocurrir. En tal caso, y aunque la cuidemos con esmero, nunca dará huevos.

### **Condiciones ambientales**

Las gallinas son animales muy asustadizos y, por tanto, susceptibles al estrés. El momento de la puesta (a primera hora de la mañana, les suele llevar unos 20-30 minutos) es crítico y necesitan de mucha tranquilidad y silencio.

El granjero debe vigilar, por tanto, que especialmente en esos momentos se cumplan unas condiciones óptimas en el gallinero: no sólo la comodidad de instalaciones, sino el que las relaciones entre las gallinas sean pacíficas.

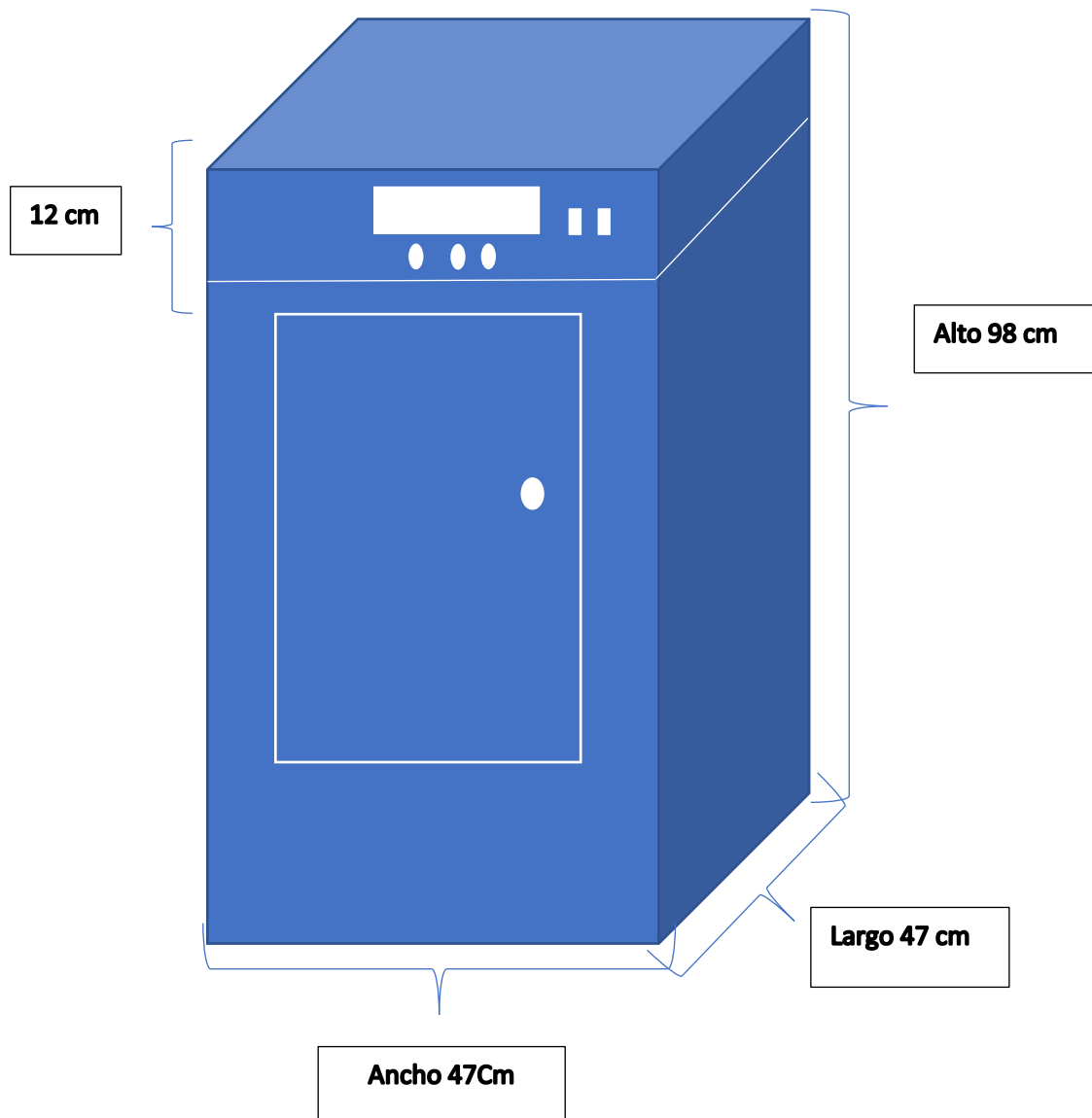
No hay que olvidar que son aves muy jerárquicas, y cuando viven en comunidades establecen relaciones de sometimiento que a veces derivan en peleas.

Pues bien, como te anunciábamos al comienzo, ya te habrás dado cuenta de que no existe una respuesta universal a la pregunta de cuántos huevos pone una gallina. Además, existen muchos motivos por los que un ave puede dejar de poner.

Pero después de leer nuestras indicaciones quizá sí puedas aventurar una cifra en un caso particular: observa bien a tus gallinas, cuídalas lo mejor que puedas, y en función de su raza y condiciones de vida podrás hacer tus cálculos.

(Vilane, 2022)

## 8.2 – Dimensiones del prototipo de incubación a crear



Espacios entre las bandejas 14 cm cada una

Tamaño de las bandejas es de (largo 35 cm) (ancho 38 cm)

Puerta (ancho 45 cm) (alto 77cm)

### **8.3 - Etapas del diseño de sistema de incubación de huevos de gallinas**

Primeramente, se midieron las variables a controlar para crear el diseño del sistema de incubación electrónico, luego se investigó hacerla información características y especificaciones técnicas para la creación de dispositivos entre los cuales fueron, sensores microcontroladores, humidificadores, motores, ventiladores, entre otros, y los cuales fueron y los cuales fueron elegidos sus características y especificaciones técnicas están en una sección anterior del desarrollo

### **8.4 - Funcionamiento durante el proceso de 21 días de incubamiento es el siguiente**

Motor: Gira de 0° a 45° y de 45° a 0° dentro de la incubadora durante 18 días al día numero 18 tiene que ser apagado de forma manual a través de switch

Sensor DHT22: Capta la humedad y la temperatura dentro la incubadora durante los 21 días de incubación

Pantalla LCD16X2: Muestra la temperatura y humedad que está dentro de la incubadora durante los 21 de incubación

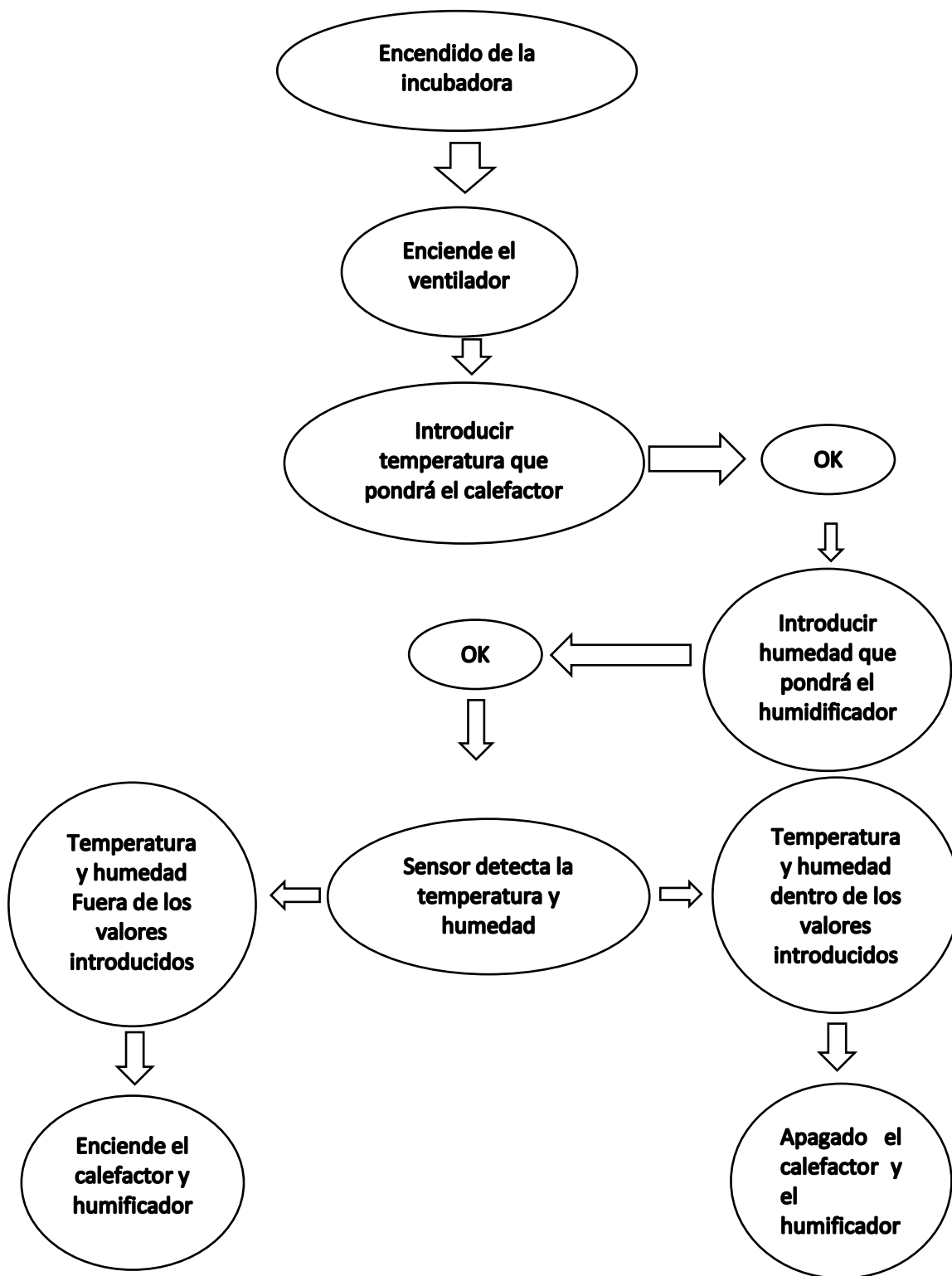
Humificador: Crea una humificación dentro de la incubadora gracias a su pieza eléctrico de 113KHz que hace que el agua resuene a esta frecuencia a tal grado que la convierta este en vapor, esto durante los 21 días, pero a los 18 días la humidificación se tiene que ajustar de forma manual de 60% que tiene que permanecer dentro de 18 primeros días a 65% después de los 18 días hasta el día numero 21

Bombilla incandescente: Su función es mantener una temperatura de 38 grados Celsius dentro de la incubadora

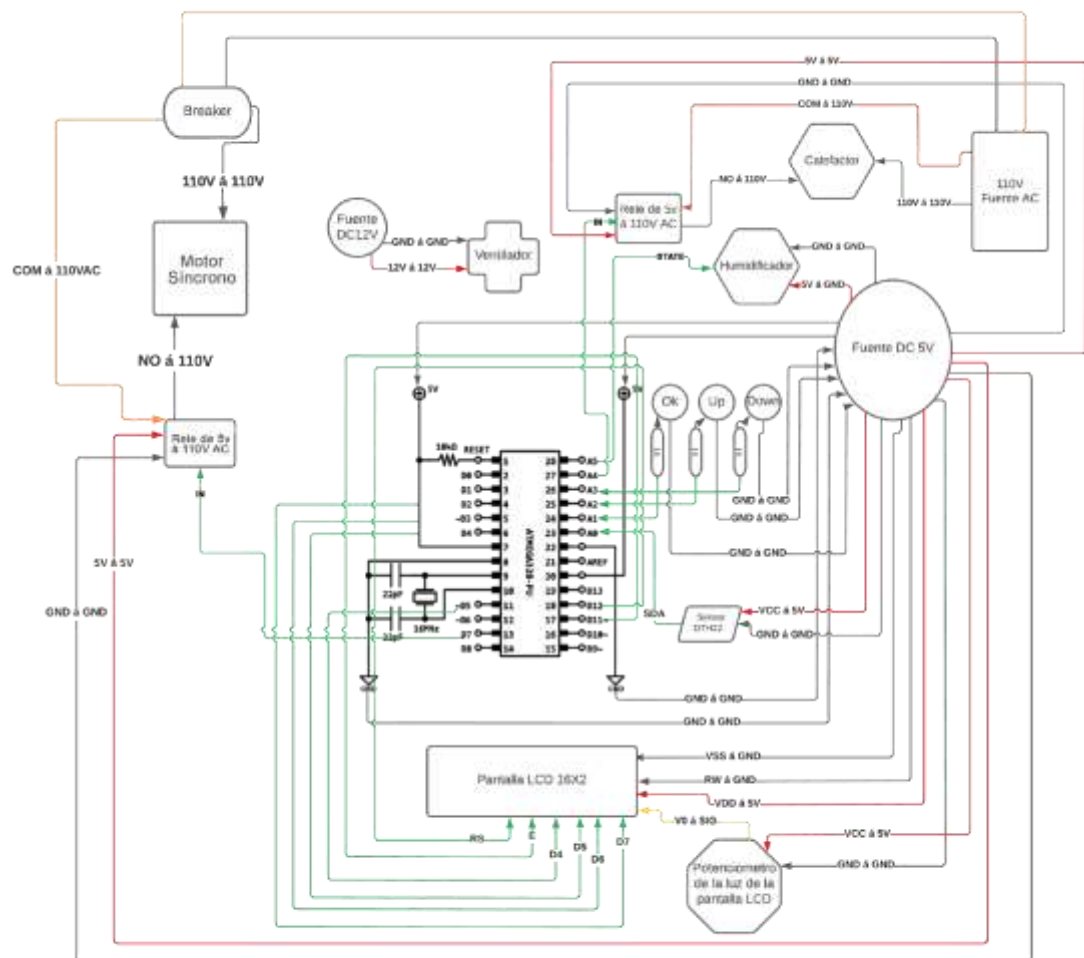
Microcontrolador Atmega 328P: Se encarga de mandar la ordenes de forma automática al sensor, humificador, bombilla incandescente, pantalla LCD y todos los demás componentes electrónicos que están conectados a él dentro de la incubadora, a excepción del ventilador

Ventilador: Se encarga el introducir aire exterior dentro del interior de la incubadora durante los 21 días

### 8.5 - Representación del control de mando de la incubadora

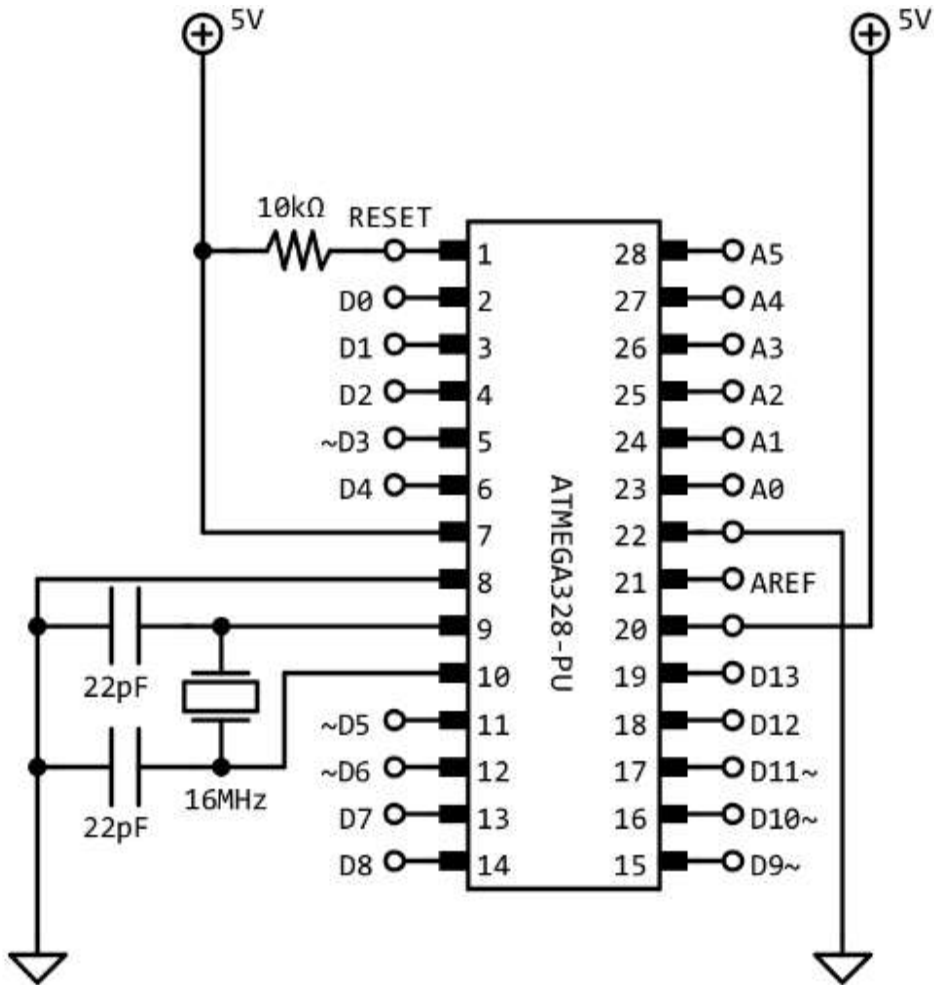


## 8.6 – Diagrama del circuito completo



### 8.7 - Circuito que se encarga del control electrónico

El circuito que se utilizó con el microcontrolador Atmega fue:



(martin, 2020)



## **8.8 - Definición y características de los dispositivos**

### **8.8.1 - Microcontrolador atmega328P**

El atmega328P es un CI (circuito integrado) de alto rendimiento que está basado en un microcontrolador RISC (computador conjunto de instrucciones reducidas), con una memoria de 32KB flash con capacidad de leer entradas mientras esté ejecutando alguna acción en la parte de las salidas. Este dispositivo es uno de los microcontroladores básicos más completos que existe en la actualidad, ya que este posee una memoria EEPROM de 1KB, una memoria SRAM de 2KB, varios periféricos de comunicación (USART), (ISP), (I2C), Entradas digitales, Entradas analógicas, Salidas digitales, Salidas PWM. (*Carlos, 2020*)

### **8.8.2 – Oscilador cristal 16 MHz**

Un oscilador de cristal es un circuito oscilador electrónico que utiliza la resonancia mecánica de un cristal vibratorio de material piezoeléctrico para crear una señal eléctrica con una frecuencia precisa. Esta frecuencia se utiliza comúnmente para controlar el tiempo, como en los relojes de cuarzo, para proporcionar una señal de reloj estable para circuitos integrados digitales y para estabilizar las frecuencias de los transmisores y receptores de radio. El tipo más común de resonador piezoeléctrico utilizado es el cristal de cuarzo, por lo que los circuitos osciladores que los incorporan se conocieron como osciladores de cristal, pero existen otros materiales piezoeléctricos como las cerámicas policristalinas que se utilizan en circuitos similares.

(Wikipedia , 2021)

### **8.8.3 - Capacitores cerámicos**

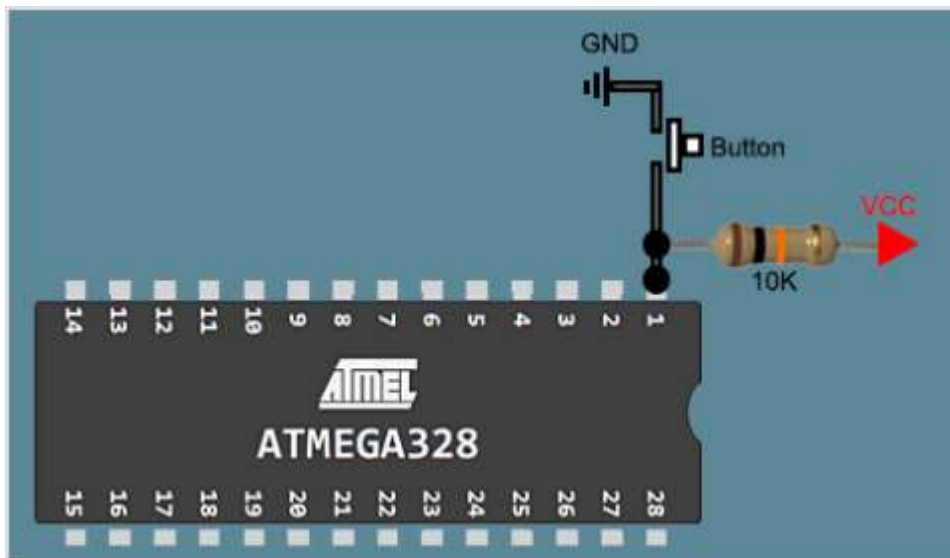
Los capacitores cerámicos de esta clase tienen un alto nivel de estabilidad, buen coeficiente de temperatura de capacitancia y bajas pérdidas. Debido a su inherente precisión, se utilizan en osciladores, filtros y otras aplicaciones de radiofrecuencia.

(Pini, 2020)

## 8.9- Funcionamiento de los dispositivos dentro del circuito de control electrónico

### 8.9.1 - Control (reset)

Este pin cumple la función de reiniciar todo el proceso desde cero. Para este efecto se necesita obligatoriamente realizar las siguientes conexiones.



(Carlos, 2020)

### 8.9.2 - Función del oscilador cristal en el circuito

La función del oscilador es mandar crear una frecuencia precisa a través de una señal eléctrica, la cual es obtenida en base a su composición interna.

La frecuencia que el oscilador crea se utiliza para controlar la noción del tiempo de trabajo del microcontrolador con el fin de proporcionarle una señal de reloj estable.

### 8.9.3 - Función de los capacitores cerámicos en el circuito

La función de los capacitores en el circuito es estabilizar la señal eléctrica que entra al oscilador

## **8.10 - Instalación del código de programación**

La programación se usa una tarjeta Arduino se desmonta el microcontrolador de esta y se introduce el microcontrolador que teníamos en nuestro en nuestro circuito de control electrónico descrito en la parte 8.6 del documento, y posterior a eso se procede a subir el código al microcontrolador que esta insertado en la tarjeta Arduino uno una vez se haya subido se desmonta y procede a montar en el socket de la placa donde donde va el circuito de control electrónico antes mencionado

**Aclaración: por motivos de seguridad no agregamos el botón reset en nuestro prototipo de incubación, pero lo mencionamos acá para describir su funcionamiento y agregar más valor a este documento.**

### **8.10.1 - Estándares de factos SPI, I2C, USART que usa el microcontrolador Atmega328P y el motor síncrono**

#### **¿Qué es la SPI?**

La SPI fue desarrollada por Motorola (ahora parte de NXP Semiconductors) aproximadamente en 1985. Se trata de una interfaz serial síncrona prevista para la comunicación entre dispositivos a corta distancia. Desde entonces, se ha convertido en un estándar de-facto (o norma de dominio público) empleado por muchos fabricantes de semiconductores, especialmente en microprocesadores y microcontroladores.

El motivo de la popularidad de SPI radica en sus muchas ventajas. La primera es que es una interfaz direccionada de hardware simple que ofrece completa flexibilidad para la cantidad de bis transferidos. Usa un modelo de maestro-secundario con un maestro simple y puede manejar varios dispositivos secundarios usando comunicaciones dúplex que operan a velocidades de reloj de hasta 50 MHz. No usa un protocolo estándar y transfiere solo paquetes de datos, lo que la hace ideal para transferir flujos de datos largos.

(Pini A. , 2019)

#### **¿Qué es la I2C?**

El bus I2C fue desarrollado por Phillips Semiconductors, ahora NXP Semiconductors, a principios de la década de 1980 como un simple bus bidireccional de dos hilos para

comunicaciones eficientes y control de circuitos integrados en una placa de PC común. La primera especificación se completó en 1992 y desde entonces se ha convertido en un estándar de facto ofrecido en componentes de más de 50 fabricantes de circuitos integrados. Este gran despliegue permite un enfoque de sistemas de diseño en el que los CI pueden incluirse fácilmente en la estructura del bus I2C sin necesidad de un diseño personalizado. Otros autobuses especializados como el SMBus y el Bus de administración de energía (PMBus) junto con varios otros comparten la arquitectura básica.

El bus I2C puede enlazar múltiples CI y sensores porque es un bus direccionable; un campo de dirección de siete o diez bits permite que los mensajes sean enviados a un dispositivo seleccionado por el dispositivo maestro. El I2C original tenía una velocidad máxima de reloj de 100 kilohercios (kHz), pero con el paso de los años los modos de funcionamiento de mayor velocidad han llevado ese límite a 3.4 megahercios (MHz)

(Pini A. , Digi-Key ELECTRONICS, 2020)

## **Protocolo de comunicación USART**

La interfaz síncrona/asíncrona universal es un canal en serie que permite que un flujo de bits en serie de 7 u 8 bits entre y salga del MSP430, a una velocidad programada o a una velocidad definida por un reloj externo. La interfaz periférica USART está diseñada para admitir, con una configuración de hardware, dos protocolos seriales diferentes: el protocolo asíncrono universal, a menudo llamado simplemente RS232, y el protocolo serial síncrono, generalmente conocido como protocolo SPI.

(Ag\_12, 1997)

Un USART (receptor/transmisor síncrono/asíncrono universal) es un hardware que permite que un dispositivo se comunique mediante protocolos en serie. Puede funcionar en un modo asíncrono más lento, como un receptor/transmisor asíncrono universal (UART ), o en un modo síncrono más rápido con una señal de reloj. Los USART ya no son comunes en las PC de consumo, pero aún se usan en equipos industriales y sistemas integrados.

## **USART contra UART**

Un dispositivo UART puede utilizar protocolos de comunicación asíncronos. Un dispositivo USART puede utilizar protocolos de comunicación asíncronos y síncronos. Por lo tanto, un USART puede hacer todo lo que puede hacer un UART y más. Debido a que un USART requiere un circuito más complejo y más líneas de comunicación para implementarlo por completo, es posible que muchos dispositivos solo implementen un UART para ahorrar costos, complejidad o uso de energía.

(wright, 2022)

## **Certificación de motor síncrono**

RoHS significa Restricción de Sustancias Peligrosas. RoHS, también conocida como Directiva 2002/95/EC, se originó en la Unión Europea y restringe el uso de materiales peligrosos específicos que se encuentran en productos eléctricos y electrónicos (conocidos como EEE). Todos los productos aplicables en el mercado de la UE después del 1 de julio de 2006 deben cumplir con RoHS.

¿Cuáles son los materiales restringidos exigidos por RoHS?

Las sustancias prohibidas por RoHS son plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd), cromo hexavalente (CrVI), bifenilos polibromados (PBB), éteres de difenilo polibromados (PBDE) y cuatro ftalatos diferentes (DEHP, BBP, BBP , DIBP).

¿Por qué es importante el cumplimiento de RoHS?

Los materiales restringidos son peligrosos para el medio ambiente y contaminan los vertederos, y son peligrosos en términos de exposición ocupacional durante la fabricación y el reciclaje.

¿Cómo se prueban los productos para el cumplimiento de RoHS?

Los analizadores RoHS portátiles, también conocidos como analizadores de metales de fluorescencia de rayos X o XRF, se utilizan para la detección y verificación de los metales restringidos. Con la llegada de RoHS 3 y los cuatro ftalatos agregados, se necesitan diferentes pruebas para determinar los niveles de estos compuestos, que se extraen con un solvente.

(✓ Guía RoHS, 2023)

### 8.11 Precio de cada uno de los elementos electrónicos utilizados

Elementos usados	Unidades	Precio en córdobas C\$	Total
Sensor DHT22	1	270	270
Pantalla LCD 16X2	1	200	200
Pushbutton unidades	3	60	60
Servomotor	1	300	300
Microcontrolador atmega	1	300	300
capacitores de 22Pf	2	16	16
Resistencia de 10k $\Omega$	1	10	10
Resistencia de 1K $\Omega$	4	4	10
Tabla perforada para soldar	1	40	40
Socket para el microcontrolador Atmega 328p	1	15	15
Oscilador cristal 16MHZ	1	35	35
Humidificador	1	500	500
Bombillas calefactoras	1	20	20
Socket para la bombilla calefactora	1	20	20
Ventilador + su protector	1	240	240

Caja de la incubadora	1	1894	1894
Cables de conexión	2 metros calibre 22Awg	120	120
Placa de conexión	2	40	80
Interruptor switch	2	25	50
Pines para la tabla de conexión	2 paquete de 40 pines	12	24
Rele de 5v 1 Canal AC	2	150	300
Cargadores de alimentación de Voltaje DC	4	150	600
Cables de conexión de CA	4 metros calibre 1 AWG	40	160
Total (Precios ya incluyen el IVA)			C\$ 5264



### 8.10.1 – Fotos del nuestro prototipo de incubación creado

#### 8.3.1.2 – Parte frontal



### 8.3.1.3 – Parte central donde van las bandejas.



#### 8.3.1.4 - Nacedoras de huevos

En esta parte es donde irán los huevos después de 18 días tienen que ser removido a este lugar, ya que a los 18 días tiene que cambiar la posición de los huevos para nacer y no tienen que ser girado después de los 18 días.



(DMplast, 2020)

## 8.11 - Funcionamiento de la incubadora

Primeramente, será llenar la incubadora con huevos tal y como se mencionó anteriormente el proceso para recoger los huevos son durante los primeros 7 días, una vez recogido los huevos y puesto de la incubadora estarán durante 21 días dentro de la incubadora a los 18 días los giros del motor de la incubadora tiene que ser detenidos, de forma manual a través de un breaker, solamente se queda con la temperatura ambiente, humidificador y el ventilador encendido hasta los 21 días

### 8.11.1 – Manual de usuario de la incubadora

Para encender la incubadora presionamos el switch de encendido y apagado una vez encendida nos dará un mensaje de bienvenida



y posteriormente nos mostrará este mensaje, que nos indica una la temperatura en grados Celsius el valor ideal para incubar los huevos de gallina que es 38°C



Este valor puede ser cambiabile con los botones:

Subir T/H: para agregar más valor de temperatura

Bajar T/H: Para agregar menos temperatura

Aceptar: Para establecer el valor de la temperatura.

Una vez tengamos el valor ideal que queremos que este dentro de la incubadora se presionara el botón Aceptar y nos aparece el siguiente mensaje



Que nos mostrará el porcentaje de humedad ideal para incubar los huevos de gallina que es 60% de humedad hasta los 18 días después de haber salido el huevo de la gallina este valor puede ser cambiado con los botones Subir T/H y Bajar T/H, una vez tenga que humedad quiere que este dentro la incubadora presionara el botón Aceptar y se mostrara el siguiente mensaje



Después de presionar el botón aceptar la pantalla mostrará otro mensaje el cual será los valores actuales de temperatura y humedad que están dentro de la incubadora, a modo de ejemplo se muestra la siguiente imagen, más abajo, esos valores pueden ser diferentes debido a la temperatura y humedad del lugar donde el usuario final se encuentre, si los valores están fuera de los variables ideales para incubar, el microcontrolador enviara una señal para encender la bombilla calefactora, en caso de que la temperatura sea más baja de la que se haya puesto a trabajar la incubadora y se apagara automáticamente hasta llegar al valor ideal que se haya puesto calentar y en caso de que la humedad sea más baja, el humidificador el microcontrolador también enviara una señal para encender el humificador y este se apagara automáticamente hasta llegar al valor en el cual se haya puesto a trabajar.

El microcontrolador es el que se encarga de mandar estas señales de encendido y apagado al bombillo calefactor y al humidificador de forma automática, para que estos trabajen de la forma que usuario final quiere.

Una vez transcurran los 18 días desde ponga el huevo la gallina, o si no contar desde el día que introdujo el huevo de la gallina dentro de la incubadora, 3 días antes de la eclosión del huevo en los últimos 3 días, la humedad tiene que aumentarse a 65% para continuar la incubación, tiene que ser puesta de forma manual a 65% para que el humidificador mantenga esa humedad dentro de la incubadora.

### **¿Como se hace esto?**

Se apaga y se enciende la incubadora con el interruptor Encendido/Apagado general una vez se encienda mostrara los valores 38°C de temperatura se presionará Aceptar y quedara lista para que se mantenga 38°C ese valor dentro. Después le mostrara 60% de humedad, es aquí donde se tiene que presionar el botón Subir T/H, para incrementar y en la pantalla subirá de 60% a 61%,62% y se mantendrá presionado hasta que se muestre los 65% en la pantalla, una vez se muestre los 65% dentro de la pantalla se presionara el botón Aceptar, y así quedara programada para mantener dentro los 65% de humedad durante los últimos 3 días de incubación.

A los 18 días también es el momento que los huevos tienen que ser pasado a la bandeja nacedoras y colocarse de forma horizontal y detener el giro del motor de forma manual con el breaker del motor.

## **9 – Conclusiones**

Las conclusiones de la presente investigación se orientaron conforme al cumplimiento de los objetivos, y podemos señalar que el uso del prototipo de incubación cumple con el requerimiento de todas automatizaciones de todas las variables de una incubadora automática de la industria avícola

Se diagnosticaron las necesidades que actualmente dificultan la buena producción de huevos el gallinero Pillarte, lo cual nos queda como aprendizaje y experiencia de como analizar un sitio como esto, en base a esta experiencia

Diseñamos un prototipo de incubación electrónico controlado por el microcontrolador atmega328p, que solventa las necesidades de dicho gallinero, lo cual nos ayudó a reforzar nuestros conocimientos como ingenieros electrónicos

Demostramos la funcionalidad de la incubadora electrónica a través de un prototipo, ya como resultado final, y así le probamos a los docentes jurados que el fruto de nuestro trabajo fue efectivo



## 10 – Recomendaciones

Se puede tomar como referencias algunas teorías de la electrónica de esta información para implementar esto como otro tipo de animal por ejemplo ave

Especie	Periodo incubación días	Temp ° F <sup>1</sup>	Humedad ° F <sup>2</sup>	No voltear después de	Humedad últimos 3 días <sup>2</sup>	Abrir más la entrada de aire
Pavo	28	99	84-86	día 25	90	día 25
Pato	28	100	85-86	día 25	90	día 25
Pato Muscovy	35-37	100	85-86	día 31	90	día 30
Ganso	28-34	99	86-88	día 25	90	día 25
Gallinita de Guinea	28	100	85-87	día 25	90	día 24
Faisán	23-28	100	86-88	día 21	92	día 20
Pavo Real	28-30	99	84-86	día 25	90	día 25
Codorniz Bobwhite	23-24	100	84-87	día 20	90	día 20
Codorniz Común	17	100	85-86	día 15	90	día 14
Perdiz Chukar	23-24	100	81-83	día 20	90	día 20
Urogallo	25	100	83-87	día 22	90	día 21
Paloma	17	100	85-87	día 15	90	día 14

1. Medido en grados F. en una incubadora de aire forzado. Para incubadoras de aire quieto agregue 2-3 grados F.
2. Medido en grados F. usando un termómetro de bulbo húmedo. Use el cuadro para convertir a humedad relativa.

(El sitio Avicola , 2013)



## 11 - Bibliografía

- ✓ *Guía RoHS*. (10 de Enero de 2023). <https://www.rohsguide.com/rohs-faq.htm>
- Ag\_12. (20 de Febrero de 1997). [https://www.ti.com/sc/docs/products/micro/msp430/userguid/ag\\_12.pdf](https://www.ti.com/sc/docs/products/micro/msp430/userguid/ag_12.pdf)
- aosong. (28 de Septiembre de 2010). *Aosong Electronics Co.,Ltd.* <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- BBC NEWS Mundo*. (02 de Febrero de 2013). [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/02/130129\\_respuestas\\_curiosas\\_2febrero\\_n\\_p#:~:text=Los%20pulluelos%20respiran%20dentro%20del,gases%20pueden%20entrar%20y%20salir.](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/02/130129_respuestas_curiosas_2febrero_n_p#:~:text=Los%20pulluelos%20respiran%20dentro%20del,gases%20pueden%20entrar%20y%20salir.)
- BRINSEA incubation specialist*. (2016). <https://www.brinsea.com/Articles/Advice/Humidity.aspx>
- Carlos. (12 de 02 de 2020). *Electroall*. <https://www.electroallweb.com/index.php/2020/02/12/funcionamiento-de-todos-los-pines-del-microcontrolador-atmega328p/#:~:text=El%20atmega328P%20es%20un%20CI,la%20parte%20de%20las%20salidas.>
- Component 101*. (30 de 05 de 2021). <https://components101.com/displays/16x2-lcd-pinout-datasheet>
- Corporation, A. (16 de Noviembre de 2016). *ATML-S-A0002642585-1*. <https://uelectronics.com/wp-content/uploads/2018/09/ATML-S-A0002642585-1.pdf>
- DMplast*. (20 de Junio de 2020). <https://dmplast.mx/caja-pollito-sin-division-calada-para-transportar-pollos/>
- El sector avícola*. (21 de abril de 2015). <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2703/patrones-de-mortalidad-embrionaria-1/#:~:text=Mortalidad%20temprana,tard%C3%ADa%20de%2015%20%E2%80%93%2021%20d%C3%ADas.>

- El sitio Avicola* . (17 de Diciembre de 2013). <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2496/cuidado-e-incubacion-de-los-huevos-fartiles/>
- fang. (26 de 04 de 2013). *SY42STH47-1206A*. <https://www.pololu.com/file/0J685/SY42STH47-1206A.pdf>
- Gallinas ponedoras* . (30 de Abril de 2019). <https://www.gallinaponedora.com/como-las-gallinas-fertilizan-los-huevos/#:~:text=La%20respuesta%20es%20s%C3%AD.,sufre%20ning%C3%BAAn%20cambio%20o%20desarrollo.>
- Grandado*. (Junio de 2022). <https://esp.grandado.com/products/japon-sankyo-garra-polo-motor-sincrono-de-iman-permanente-ac-3-vatios-cw-4-2-5-rpm-mt8-3>
- Guangdong. (11 de Noviembre de 2013). *AliExpress*. <https://es.aliexpress.com/item/1005001700145366.html?gatewayAdapt=glo2esp>
- Huerto, f. (24 de Julio de 2016). *Félix Maocho*. <https://felixmaocho.wordpress.com/2016/07/24/huerto-familiar-incubar-huevos-y-cuidar-pollitos-en-nuestro-huerto/>
- incubating-and-hatching-eggs-2017. (16 de Julio de 2013). <https://alec.unl.edu/documents/cde/2017/livestock-management/incubating-and-hatching-eggs-2017.pdf>
- Juste, I. (3 de Noviembre de 2017). *Experto animal* . <https://www.expertoanimal.com/como-reconocer-un-huevo-fertil-20609.html>
- martin, L. (22 de mayo de 2020). *Automatismo mar de plata* . <https://www.automatismos-mdq.com.ar/blog/2020/05/arduino-a-medida.html>
- Max Kohl, W. f. (14 de Junio de 2019). *SEDICI (Repositorio institucional de la UNLP)*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/76560#:~:text=Funcionamiento%3A%20El%20term%C3%B3metro%20de%20bulbo,relacionada%20con%20la%20sensaci%C3%B3n%20t%C3%A9rmica.>

- Mostafa, M. (11 de Mayo de 2020). *emtech hatchery systems*. <https://www.emtech-systems.com/technical-talk/egg-turning-during-incubation-a-review-by-mohamed-mostafa-el-ashram/>
- Oble, C. L. (1 de Septiembre de 2022). *Centro Banamex*. <https://www.centrobanamex.com.mx/como-se-voltean-los-huevos-en-una-incubadora>
- Pini, A. (14 de Febrero de 2019). *Digi-Key ELECTRONIC*. <https://www.digikey.com/es/articles/why-how-to-use-serial-peripheral-interface-simplify-connections-between-multiple-devices>
- Pini, A. (17 de Setiembre de 2020). *Digi-Key ELECTRONIC*. <https://www.digikey.com/es/articles/fundamentals-understand-the-characteristics-of-capacitor-types#:~:text=Capacitores%20de%20cer%C3%A1mica&text=Los%20capacitores%20cer%C3%A1micos%20de%20esta,y%20otras%20aplicaciones%20de%20radiofrecuencia>.
- Pini, A. (7 de Abril de 2020). *Digi-Key ELECTRONICS*. <https://www.digikey.com/es/articles/why-the-inter-integrated-circuit-bus-makes-connecting-ics-so-easy>
- Planeta Avicola*. (2020). Revista Especializada: <https://tugallinaonline.es/planeta-avicola/que-salio-mal-en-la-incubacion-de-huevos/>
- S&P. (2018 de Abril de 2018). *Blog de la ventilacion eficiente*. [https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/#:~:text=Humedad%20relativa%20\(Hr\),\(humedad%20absoluta%20de%20saturaci%C3%B3n\)](https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/#:~:text=Humedad%20relativa%20(Hr),(humedad%20absoluta%20de%20saturaci%C3%B3n)).
- Sáenz, J. A. (13 de Diciembre de 2021). *Veterinaria digital*. [https://www.veterinariadigital.com/articulos/alteraciones-en-la-cascara-del-huevo-causas-y-estrategias-de-prevencion/#:~:text=Huevos%20sin%20c%C3%A1scara%20\(en%20f%C3%A1rfa,otros%20minerales%20micotoxinas%20o%20estr%C3%A9s](https://www.veterinariadigital.com/articulos/alteraciones-en-la-cascara-del-huevo-causas-y-estrategias-de-prevencion/#:~:text=Huevos%20sin%20c%C3%A1scara%20(en%20f%C3%A1rfa,otros%20minerales%20micotoxinas%20o%20estr%C3%A9s).
- Saneamiento de incubadora y equipo*. (31 de 12 de 2014). <https://extension.psu.edu/programs/4-h/get-involved/teachers/embryology/teacher-resources/supporting-subject-matter/incubation/sanitation-of-incubator-and->



## **12 - ANEXOS**

### **12.1 - Encuesta sobre la gallinería para implementación de proyecto.**

#### **¿Nombre de la gallinería?**

“Gallinería” Pilarte.

#### **Dirección de la gallinería.**

Barrio “Los Vanegas”, del colegio “Pablo Antonio Cuadra”, 30 varas al Sur.

#### **Horario laboral.**

Lunes a Domingo, de las 6:00 am hasta las 7:30 pm.

#### **Nombre del Propietario.**

Sonia Argentina Pilarte.

#### **Número de trabajadores.**

Trabajan 2 personas que son marido y mujer, la propietaria Sonia y su esposo; pero por cuestiones de enfermedad actualmente quien más se ocupa del lugar es doña Sonia.

#### **Cantidad de gallinas criadas.**

Actualmente cuentan con un total de 80 gallinas, pero en épocas altas tienen capacidad para 200.

#### **Cantidad de aves ponedoras.**

Por ahora sólo tienen 4.

#### **Promedio de producción semanal de huevos.**

Cada gallina ponedora produce 1 huevo al día, por lo que a la semana se produce 28 huevos promedio entre las 4.

**Destino de las aves.**

Las gallinas que se crían son para venta directa, así también como sus huevos.

**¿Qué tipo de incubación se utiliza?**

Incubación artesanal.

**¿Cuál es el promedio de incubación del huevo?**

Alrededor de 22 días en condiciones favorables.

**¿Existen problemas respecto a la incubación de huevos?**

Si, existen pérdidas de crías debido a los depredadores, las gallinas mismas y el mal tiempo.

**Pérdidas aproximadas de producto.**

En el caso de los huevos para incubar, sólo 2 o 3 huevos logran eclosionar al mes de manera exitosa.

**¿Hay problemas con los depredadores? Y si es así ¿de qué tipo?**

Si, usualmente son gatos y perros callejeros o de casas aledañas que suelen introducirse a la granja debido a las condiciones del enmallado; ya se han reportado muchos casos de gallinas muertas o huevos robados o destrozados.

**¿Hay algo que pueda mejorarse del proceso de incubación?**

Definitivamente, serían la seguridad y las condiciones ambientales.

**¿Ha escuchado hablar acerca de la incubación artificial de huevo?**

“No sé mucho acerca del tema, pero si he escuchado hablar acerca de que usan máquinas para eso”.

**¿Sabe en qué consiste este proceso?**

“Sólo sé que meten los huevos en unas cintas transportadoras y que luego los meten en unas recámaras, pero no sé más que eso”.

**¿Tiene colegas del campo o conocidos que hagan uso de esa tecnología?**

“No, no conozco a nadie que lo use; todos los que crían lo hacen de manera tradicional”.

**¿Conoce las ventajas sobre el uso de esta tecnología?**

“La verdad es que no, no le he puesto mucha mente a eso, pero supongo que algo bueno debe tener usarla”.

**¿Estaría dispuesta a usar esa tecnología?**

“Si, sobre todo en temporadas altas donde hay mucho descontrol y muchas gallinas, por lo que hay más problemas para hacer todas las cosas”.

**¿Cree que usar esta tecnología mejoraría su producción?**

“No sé bien cómo funciona, pero he escuchado que sirve bastante bien, así que podría probarlo para ver qué pasa”.

12. 2 – Fotos tomadas en el sitio







