

# Construcción de una incubadora artificial de huevos

ALDAIR PEÑA ARBELAEZ

*Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.*

*Mantenimiento Electromecánico Industrial.*

*Universidad Antonio Nariño*

*alpena83@uan.edu.co*

**Resumen** – Este documento muestra la construcción de una incubadora artificial, para mejorar las condiciones de suministro de polluelos a los campesinos de la zona de la Aurora, corregimiento de Chiriguana en el departamento del Cesar, esta propuesta fue elaborada a partir de una revisión bibliográfica, luego con los resultados obtenidos se definieron los requerimientos particulares para este proyecto, posteriormente de analizar la información se procedió a seleccionar la mejor opción teniendo en cuenta el uso de materiales de bajo costo, con la incubadora fabricada se realizan pruebas de validación para comprobar el funcionamiento y los resultados, por último se culmina con la elaboración de los manuales de uso y mantenimiento, se puede observar en los resultados de validación que el porcentaje de éxito en la incubación, son altos cercanos a 90% de eclosión de los huevos incubados, por lo que a nivel general, se está favoreciendo la comunidad campesina de la zona, con esto se pretende mejorar la competitividad de la zona en los galpones dedicados a la cría de pollos.

**Índice de Términos** – Incubadora, temperatura, humedad y eclosión.

## I. INTRODUCCION

En el presente trabajo se propone la construcción de una incubadora artificial, para mejorar las condiciones de suministro de polluelos a los campesinos de la zona de la Aurora, corregimiento de Chiriguana en el departamento del Cesar.

Desde hace mucho tiempo el hombre viene realizando la incubación artificial de los huevos avícolas. Desde el año 400 A.C Aristóteles ya lo documentaba en escritos, describe cómo los egipcios incubaron huevos naturalmente en pilas de estiércol. En China se desarrolló la incubación artificial aproximadamente hacia el año 246 A.C. [1].

La fabricación, utilización y patente de las incubadoras artificiales en los Estados Unidos data del año 1844. La incubadora Smith, básicamente una habitación de gran tamaño dotada de ventiladores con la función de obligar a circular por todo el interior a el aire caliente de la cámara de incubación se patentó en 1918. Fue el precursor de las incubadoras que se

utilizan en la actualidad, eficientes y a gran escala, que se usan para incubar huevos de pollos, patos, pavos y otros, cuando los conquistadores europeos llegaron al «Nuevo mundo», entre las muchas actividades «avanzadas» de los nativos que les sorprendieron, observaron que la incubación artificial de aves utilizando el calor emitido por el estiércol era una práctica común, según escribió el agustino español Juan González de Mendoza en el siglo XV. Justamente un procedimiento similar sucedía en las antípodas de América; en la India, o China, donde ese sistema se sigue utilizando todavía hoy en día de forma generalizada para incubar los huevos de pato.[2]

La producción avícola es una de las industrias tecnológicamente más avanzadas y de rápida expansión, optando como uno de los sectores agrícolas de más rápido crecimiento en la economía [3], en la producción de óvulos fecundados “huevos fértiles”, no utilizan la incubación natural, En su lugar, se escoge un sistema de incubación artificial para promover un entorno muy similar al natural, pero más efectivo, donde se debe tener control de temperatura, humedad, ventilación y movimiento “volteo de los huevos”. Por esta razón es necesario estudiar los factores que afectan la eclosión de las aves, Pero especialmente con gallinas ponedoras y pollos de engorde, este es el sector con mayor explotación actualmente.[4]

El motivo de este proyecto es la necesidad de las comunidades que se encuentran en la región de la Aurora, por lo que estas requieren de un sistema que le mantenga las condiciones de incubación, de manera general la mayoría de las aves requieren una temperatura estable de alrededor de 39°C para sacar sus crías, además de una humedad relativa de 50-65% [5].

Para el problema del presente proyecto, se plantea la construcción de una incubadora artificial que cubra las necesidades y además que sea de bajo costo. Para que la incubadora funcione de la mejor manera, se propone su construcción con la instalación de varios sensores y dispositivos conectados a través de Arduino. El monitoreo se realiza mediante sensores de humedad, temperatura y ventilación. Siendo esta, una alternativa que las comunidades le interesa y soluciona varios problemas desde un punto de vista de disponibilidad, la idea surge y se estructura, aunque la orientación sobre cómo llevarla a acabo o en realidad como buscar el beneficio, al inicio no se tenía claro, por lo tanto, en las investigaciones y búsquedas informativas, se tomaran bases

de fuentes secundarias encontrando proyectos de los cuales se podría recibir apoyo técnico como son los siguientes.

A nivel de Suramérica en el año 2022 encontramos la propuesta de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca titulada **Diseño y Construcción de una Incubadora Industrial de Huevos Implementando Control de Nivel de Co2 para la Empresa Forraje Verde Hidropónico FVH**, (Macas Espinoza, Salazar Alvear, 2022) en la cual realizan un estudio de los procesos de incubación actual, teniendo como principal objetivo mejorar la productividad de esta empresa, realizando análisis en el efecto del Co2 durante el proceso de incubación[6].

En el año 2005 en la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga se presentó el proyecto titulado **construcción de una Incubadora** (Cevallos Sánchez 2005) donde se puede observar una investigación basada en la automatización del proceso de incubación [7].

A nivel local en el año 2021 en la Fundación Universidad de América se desarrolló el proyecto de grado titulado **Diseño de una Incubadora de Huevos de Gallina para las Granjas Productoras y Comercializadoras Avícolas en el Municipio de Becerril Cesar** (Barbosa Pitre 2021) donde se diseñó una incubadora de alta producción, con el propósito de reponer las gallinas que salían del ciclo productivo [8].

En la revisión bibliográfica se pudo identificar varias opciones disponibles para desarrollar la incubadora artificial, para llegar a una solución óptima se realizó un análisis de factores como lo son inversión, producción, tecnología usada y movilidad, para así llegar a la conclusión de que la incubadora artificial hecha con materiales de bajo costo era la mejor opción para los requerimientos del presente proyecto.

Definido los materiales a usar, se procede con la construcción, para lo cual se realizan pruebas de validación mediante la aplicación de un ciclo de incubación con 20 huevos, para determinar el porcentaje de efectividad de la incubadora, aplicadas las pruebas se puede afirmar que tiene una producción satisfactoria de polluelos de acerca del 90%.

Por último se procede con la elaboración del manual de uso y mantenimiento para desarrollar una operación exitosa.

Los resultados de este trabajo pretenden darle herramientas productivas a las comunidades que se encuentran en la región, a fin de mejorar sus condiciones productivas y facilitar el acceso a herramientas tecnológicas de bajo costo.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los sectores aledaños al corregimiento de la Aurora, perteneciente al municipio de Chiriguaná Cesar, se encuentra presente en alto número de microempresarios relacionados con la industria de la cría de pollos, a diferencia de otras zonas del país donde la concentración de granjas avícolas es mucho mayor, no son visibles por parte del estado, a pesar de que sus productos son la base de la dieta alimenticie, estos no poseen herramientas tecnológicas acordes al aporte a la sociedad, actualmente estos no cuentan con suministro de polluelos en el

sector mencionado, necesario para poder reemplazar las gallinas que mueren o acaban su etapa de productividad, por lo que la comunidad que se dedica a estas actividades de este sector, tienen que desplazar hacia otras ciudades, por ejemplo a Bucaramanga, en el departamento de Santander, para obtener sus polluelos, lo cual incrementa los costos de producción, además teniendo en cuenta la crisis del sector en esta zona debido a las dificultades para acceder a sus insumos, se evidencio la quiebra de muchos negocios en este sector

Muchos de los propietarios de los galpones han abandonado sus negocios por el alto costo de los polluelos y transporte.

¿Cómo se podría disponer de los polluelos en la región de la Aurora de una manera con fácil adquisición?

A raíz de esto se opta por diseñar y aplicar un método que facilite la obtención de los polluelos a los microempresarios del sector avícola sin tener que trasladarse a otros lugares dando continuidad a sus negocios.

## III. JUSTIFICACION

Se hace necesario para la zona y la región tener acceso a una incubadora de huevos que facilite la obtención de polluelos por medio del proceso de eclosión.

Donde se deben construir técnicas de avance tecnológico, con tecnologías disponibles como por ejemplo microcontroladores “Arduino”, sensores y otras herramientas para el control de la Incubadora artificial la cual será utilizada en embriones de huevo de gallina para proteger la vida de una o más de estas especies durante un periodo de tiempo.

Al desarrollar la incubadora artificial, las familias de bajos ingresos podrán hacer negocios desde casa y tener alimentos como huevos o pollo, de esta manera todos podrán dedicarse al comercio y ahorrar dinero.

A raíz de esto se opta por construir un dispositivo tecnológico que facilite la obtención de los polluelos a los microempresarios del sector avícola sin tener que trasladarse a otros lugares dando continuidad a sus negocios.

## IV. OBJETIVOS

### A) OBJETIVO GENERAL

Fabricar una incubadora artificial para la eclosión de los huevos en la zona de la Aurora.

### B) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión bibliográfica sobre los procesos y materiales de fabricación de incubadoras de huevos.
- Seleccionar los componentes a utilizar en la fabricación de incubadora de huevos según los requerimientos de la incubadora de huevos.

- Evaluar funcionamiento de incubadora basado en la producción.
- Elaborar manual de uso y mantenimiento de la incubadora de huevos.

## V. ALCANCE

Con este proyecto se busca crear una incubadora para sacar 200 pollos bimestral verificando su correcto funcionamiento y establecer que esta estructura está a favor de la población del corregimiento de la aurora cesar, es necesario construir una estructura que permita el nacimiento de uno o más huevos y evite la pérdida de dichos huevos.

Con el desarrollo de este proyecto se verá beneficiada la comunidad de microempresarios de la región de la Aurora corregimiento del municipio de Chiriguana en el departamento del Cesar.

## VI. METODOLOGIA

Por ser una propuesta de Tecnología que se basa en investigación aplicada, tiene un enfoque mixto. En cuanto al método de investigación, predomina el aplicado, el cual propone la construcción de una incubadora artificial con un impacto positivo en la región de Aurora.

Para desarrollar esta investigación se llevarán a cabo las siguientes etapas:

### Etapa 1 Búsqueda de la información

Se realizan investigación bibliográfica acerca de los trabajos realizados relacionados con la fabricación de incubadoras artificiales, teniendo en cuenta los materiales utilizados en cada uno de los proyectos.

### Etapa 2 Implementar tecnologías a utilizar

Con base en la investigación bibliográfica se construirá la incubadora teniendo en cuenta las mejoras tecnológicas según los requerimientos en la zona de la Aurora.

Mediante un termostato W3001 digital 110v se puede controlar la temperatura promedio y los límites de temperatura adecuada haciendo uso de dos bombillas de 25w-40w, para tener una eficiencia se utiliza termohigrómetro digital sonda medidor humedad higrómetro.

### Etapa 3 Evaluación del funcionamiento

Después del ensamble de los componentes seleccionados para el desarrollo del dispositivo, se realizarán pruebas de funcionamiento de la incubadora, para así realizar los ajustes pertinentes y evaluar el funcionamiento.

### Etapa 4 Elaborar el manual de funcionamiento y

mantenimiento.

Para finalizar el proyecto se realizará el manual de funcionamiento de la incubadora teniendo en cuenta las especificaciones y funciones de los componentes, así como su mantenimiento.

## VII. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente proyecto realizamos una revisión bibliográfica acerca de los aspectos más determinantes en la fabricación de una incubadora:

### A) Incubadoras

Son dispositivos tecnológicos Figura 7-1 que tienen como función mantener algunas condiciones necesarias como la humedad y las temperaturas adecuadas para la reproducción o crecimiento de los seres vivos.

Figura 7-1: Incubadora. (Fuente: <https://media.istockphoto.com/id/1177047022/es/foto/un-cient%C3%ADfico-en-bata-de-cubierta-est%C3%A9ril-que-coloca-matracas-de-cultivo-celular-en-la.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=i-go2aJYrCh1GR9Sr4K7pFjG6N6nfoqxfw9wjiCcZkg=>)



### B) Incubación de huevos de gallinas

Este es el proceso en el cual el embrión del huevo se transforma en un polluelo, sucede cuando los huevos tienen la temperatura, volteo y humedad necesaria para que se desarrolle el proceso hasta la salida del polluelo o eclosión.

Este proceso de incubación se puede de una forma natural Figura 7-2 o de una forma artificial Figura 7-3. De forma natural solo intervienen la gallina, el huevo y el nido, y presente un periodo alrededor de 21 días, en la incubación artificial se utilizan una serie de dispositivos tecnológicos para mantener las condiciones necesarias para el desarrollo satisfactorio del polluelo.

Figura 7-2: Incubación natural. (Fuente: [https://media.istockphoto.com/id/1161344700/es/foto/cr%C3%ADa-de-pollo-negro-campo-libre-huevos.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=\\_rf94VmofTVqMBtXiQYT8e4eeXdKRfY2RXfnz6LwdJ0=](https://media.istockphoto.com/id/1161344700/es/foto/cr%C3%ADa-de-pollo-negro-campo-libre-huevos.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=_rf94VmofTVqMBtXiQYT8e4eeXdKRfY2RXfnz6LwdJ0=))



### C) Incubación artificial de huevos de gallina.

Este proceso se desarrolla mediante el uso de artefactos tecnológicos, estas máquinas de incubación tienen como función principal proveer unos parámetros que brindaran unas condiciones adecuadas y controladas para poder realizar el proceso del desarrollo de los huevos de gallina.

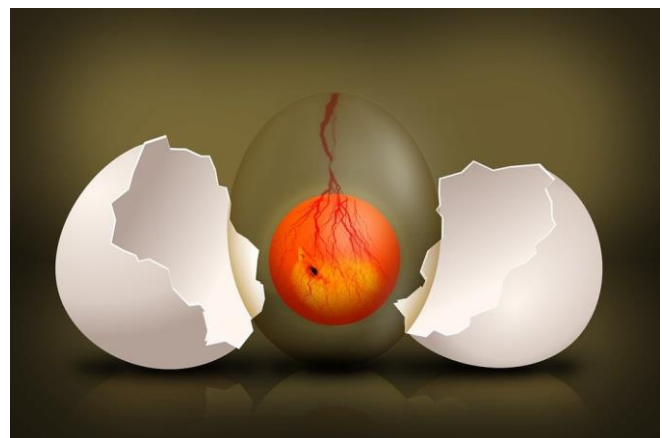
Un punto crítico es la regulación del parámetro temperatura, allí podríamos afirmar que es una de las claves del éxito en la incubación. Tener los rangos por fuera de los parámetros traen como consecuencia que disminuya visiblemente la producción de polluelos, la temperatura óptima este alrededor de los 37.5 °C y apartarla más de dos grados (2°C) la aleja de esa zona de productividad. Tenemos otro parámetro fundamental en este proceso, que es la humedad, su importancia radica en la humedad relativa del ambiente, de ella depende cuánta agua pierden por evaporación los huevos. Esta tiene como valores ideales de humedad relativa 70% en los tres últimos días, y valores menores, aproximadamente de 55 %, en los primeros 18 días, es de tenerse en cuenta la ventilación para proveer oxígeno al embrión.

Figura 7-3: Incubación artificial. (Fuente: <https://media.istockphoto.com/id/509727834/es/foto/incubadora.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=TP2e3QXbfjeASiA0tITeEBM9VstFMlqRdIxnxd5vso=>)



### D) Características del huevo

Figura 7-4: Partes del huevo. (Fuente: [https://cdn.pixabay.com/photo/2014/11/24/16/35/embryo-544192\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/11/24/16/35/embryo-544192_960_720.jpg))



El proceso de formación de este se inicia en el ovario de la gallina, como característica biológica de esta, su ovario

derecho se encuentra atrofiado del izquierdo, en estos se desprenden ovocitos que tienen forma de yema, cuando se encuentran desplazándose por el oviducto adquieren la albúmina o clara, para finalmente obtener la cascara, proceso que finalmente tiene como duración 24 horas.

El huevo está envuelto con una cascara delgada, pero de consistencia dura que permitirá la circulación del oxígeno por medio de los poros que se encuentran en la superficie permitiendo la respiración del embrión Figura 7-4.

Las tres partes principales del huevo son:

**La yema:** que volumétricamente es un tercio del huevo, tiene color amarillo y está formado principalmente por minerales, vitaminas, proteínas y grasas.

**La clara:** esta posee alta viscosidad y es transparente, está formada principalmente por agua, aproximadamente 90% y proteínas y vitaminas.

**La cascara:** principalmente constituida por carbonato de calcio, aproximadamente del 94%, también posee fosfato de calcio, carbonato de magnesio y otros componentes. Su principal función es de protección, posee una recubierta para proteger el interior de los microorganismos. Es de señalar su porosidad para permitir el paso del aire.

#### E) Parámetros físicos en incubadoras

**Temperatura:** Este parámetro es fundamental, pequeñas variaciones en los valores son letales a los embriones. La temperatura ideal es de 37.5 °C, con unas variaciones máximas de 1°C, es allí donde ocurre la transformación de embrión a polluelo, es en este rango es donde crece y se va formando, obteniendo los nutrientes de las sustancias que están dentro de la yema.

**Humedad relativa:** La podemos definir como 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), por lo tanto, cuando este valor es de 100%, el aire está reteniendo casi todo el valor de agua que este puede contener.

Para el proceso de incubación estos valores deben estar en valores aproximados del 50% al 66%, en el proceso de incubación una humedad relativa muy alta, causa falta de oxigenación en el embrión,

**Ventilación:** El embrión necesita oxígeno, el cual toma del aire que lo rodea y elimina anhídrido carbónico en mayor porcentaje, por lo que es vital la circulación del aire en la incubadora, también es evidente que un exceso de circulación del aire causa problemas en el control de la temperatura.

#### F) Componentes generales de una incubadora artificial

A manera general para el correcto funcionamiento de una incubadora artificial, esta debe contener los siguientes componentes:

**Habitáculo:** este compartimento debe cumplir con ciertos requerimientos, como lo son el de poseer características de aislar el calor, por lo que debe ser de materiales aislantes, además de ser un componente estructural que servirá de base para ubicar los demás componentes, por ejemplo, debe incluir miras para observar el interior, ductos para la ventilación.

**Fuente de calor:** este dispositivo tiene como función principal aportar el calor necesario para mantener las temperaturas requeridas para el proceso de incubación, se debe tener control de temperatura, para esto es indispensable reguladores para mantener los parámetros adecuados.

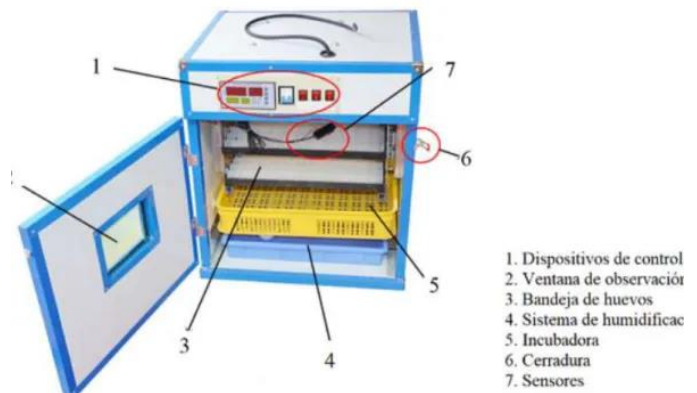
**Control de humedad:** Es el componente encargado de mantener la humedad dentro de la incubadora dentro de los parámetros ideales.

**Sistemas de ventilación:** Son componentes mecánicos con función principal de renovar volúmenes de aire.

Volteo de los huevos:

**Sistemas de control:** Son los componentes necesarios para mantener los parámetros del sistema interconectado para poder lograr la manipulación de todas las variables con el fin de mantenerlas en los requerimientos de la incubadora.

Figura 7-5: Partes de incubadora. (Fuente: [https://data02.123doks.com/thumbv2/123dok\\_es/000/463/463086/36.892.144.737.549.907/figura-estructura-b%20C3%A1sica-incubadora-huevos-autom%C3%A1tica.webp](https://data02.123doks.com/thumbv2/123dok_es/000/463/463086/36.892.144.737.549.907/figura-estructura-b%20C3%A1sica-incubadora-huevos-autom%C3%A1tica.webp))



#### G) Factores claves para la selección de incubadoras de huevos

**Presupuesto:** Son los valores disponibles para la inversión de la incubadora.

**Producción:** Es el número de huevos que se pretende producir en el proyecto.

**Materiales:** Son las características del componente que integrarán el proyecto.

**Manejo:** es la facilidad con el operador tiene para el manejo de la incubadora.

#### H) Tipos de incubadoras para huevos de gallina

**Según el tamaño:** En este factor es muy importante tener claro cuál es el número de huevos que se van a incubar según el proyecto.

- Pequeñas: Tienen una capacidad hasta de 20 huevos, estas tienen usos en casa.
- Medianas: Estas tienen usos en las pequeñas empresas con capacidades de entre 20 y 200 huevos.
- Industriales: estas se utilizan en granjas avícolas con grandes producciones de polluelos, pueden tener capacidades de hasta 5000 huevos en un solo lote.

**Según el tipo de ventilación:**

- Incubadoras con ventilación natural
- Incubadoras con ventilación forzada

**Según el tipo funcionamiento:**

- Incubadoras manuales: El proceso lo lleva totalmente el avicultor, este le realiza seguimiento a cada etapa del desarrollo del embrión.
- Incubadoras semiautomáticas
- Incubadoras automáticas: estos son de alta producción

*I) Ovoscopia*

Procedimiento que se realiza a un huevo con la intención de verificar las condiciones de crecimiento del embrión durante la incubación. Este consiste en exponer el huevo a una luz brillante en una habitación oscura. Este procedimiento se puede realizar también con el uso de una linterna común o la del teléfono celular.

El propósito de esta es realizar la detección temprana de huevos con problemas al inicio de la incubación, o detectar anomalías en el desarrollo del embrión, esta normalmente no produce daños en el embrión a menos que se exponga prolongado tiempo a altas temperaturas.

Entre los factores de descarte de los huevos podemos enumerar grietas, alta porosidad, manchas de sangre, embriones sin movimiento.

Las lámparas para Ovoscopia se pueden fabricar con materiales de bajo costo, por lo que su uso no está limitado a compras de alto costo.

**VIII. ALTERNATIVAS DE DISEÑO***A) Opciones de materiales para construir incubadora*

Para la construcción de una incubadora tenemos a disposición una amplia variedad de materiales y tecnologías, definir cuál es la ideal para un proyecto en específico depende de varios factores a tener en cuenta, aquí podemos encontrar la disponibilidad del presupuesto, producción requerida o la disponibilidad de los materiales.

A continuación, enumeramos algunas opciones de materiales para usar en la fabricación de una incubadora:

**Habitáculo:** Estructura metálica, caja de madera, caja de poliestireno expandido, caja de plástico, barro o material cerámico.

**Fuente de calor:** Lámparas, resistencia,

**Sistema de ventilación:** natural, ventiladores

**Sistema de control:** termostatos, termómetro, Arduino

*B) Alternativas de incubadora*

Para desarrollar la mejor opción para las comunidades que se encuentran ubicadas en la Aurora corregimiento de chiriguana,

se prioriza en materiales de bajo costo, ya que estas no cuentan con altos presupuestos para obtener tecnología costosa, además para esta propuesta se propone una incubadora de fácil transporte y mantenimiento, inicialmente se pretenden incubar 70 polluelos por ciclo, por lo que esta debe ser la capacidad de la incubadora.

Teniendo en cuenta las anteriores condiciones de aplicación para el presente proyecto realizaremos un análisis para determinar de las siguientes opciones, cual es la mejor selección para el problema del presente proyecto:

- Opción 1: Incubadora de huevos Turner automático

Figura 8-1: Incubadora de huevos Turner automático.  
(Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-640122327-zff-320-incubadora-de-huevos-turner-automatico-gran-incubad-\\_JM?matt](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-640122327-zff-320-incubadora-de-huevos-turner-automatico-gran-incubad-_JM?matt))



Capacidad:320 huevos

Valor comercial: \$5.653.900

Tamaño: (50x50x70) Cm

Uso de tecnología: Alta

importantes. Cada factor se calificará con 10 puntos, por lo que el resultado final será de 40 puntos máximo. También se tiene en cuenta que algunos factores son más importantes que otros y por lo tanto es necesario un análisis ponderado. El "peso" de cada factor permite alcanzar la calificación.

- Opción 2: Incubadora Digital de volteo automático.

Figura 8-2: Incubadora Digital de volteo automático. (Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-559693128-incubadora-630-huevos-de-gallina-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-559693128-incubadora-630-huevos-de-gallina-_JM))



Capacidad: 630 huevos  
 Valor comercial: \$2.700.000  
 Tamaño: (55x20x120) Cm  
 Uso de tecnología: Media

- Opción 3: Construcción de incubadora con materiales de bajo costo

Capacidad: 70 huevos  
 Valor comercial: \$350.000  
 Tamaño: (55x20x120) Cm  
 Uso de tecnología: Media

#### 1) Selección de incubadora

Entre varios parámetros posibles, se analizarán cuatro factores para comparar entre alternativas, ya que se consideran los más

Tabla 8-1 Selección de alternativa de incubadora

Factor	Peso P	Alternativas /10			Valor Ponderado		
		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Valor	1	3	5	10	3	5	10
Capacidad	0.7	10	10	8	7	7	5,6
Tamaño	0.7	8	5	10	5,6	3,5	7
Tecnología usada	0.6	10	8	7	6	4,8	4,2
<b>TOTAL</b>					21,6	20,3	<b>26,8</b>

Analizando los resultados, la opción con mayor puntuación es construir la incubadora con materiales de bajo costo.

#### C) Listado de materiales a utilizar.

Después de realizar el análisis de las opciones disponibles para la incubadora y definido la opción más viable, realizamos la lista de componentes a utilizar para la construcción de la incubadora teniendo en cuenta el uso de materiales de bajo costo:

- Caja de icopor #46: Esta se utilizará como estructura principal o habitáculo, tiene características de aislante del calor, además de ser una base fácil para acoplar elementos.
- Arduino nano: La funcionalidad del Arduino es controlar la ventilación de la incubadora, también tiene la entrada de un sensor de temperatura que se va a Reflejar mediante Led, cuando el Led verde está encendido significa que la temperatura dentro de la incubadora es adecuada, y enciendo el Led rojo indicará que la temperatura es inadecuada, por ende, el Arduino manda una señal al ventilador para bajar la temperatura. Ya que la temperatura máxima dentro debe ser 39.5°C
- Termostato 3001: controla la temperatura de los focos entre un rango de 36.6 y 39.5°C, cuando supera la temperatura máxima el termostato Apaga los focos

y luego entra a trabajar la ventiladora para bajar la temperatura.

- Termohigrómetro digital: se utiliza para visualizar la temperatura y la humedad (50-65) promedio dentro de la incubadora.
- Sensor digital de temperatura: Este tiene la función de detectar la temperatura al interior de la caja.
- Ventilador de pc a 12v: Funcionara como complemento de regulación de la temperatura y la humedad dentro de la caja o habitáculo.
- Focos tradicionales de 25-40w (2): Estos suministraran el calor necesario para mantener la temperatura dentro de la incubadora.
- Plafón loza redonda (2): Tiene como función ser base y suministro de corriente a los focos.
- Clavija macho: elemento para sostener
- Tornillos 5/32 \* 3"1/2 (4): elementos para unir los componentes
- Cable #14 (4 metros): conductor eléctrico para llevar la corriente a los focos.
- Leds (2): Tiene como funcionalidad la indicación de procesos.
- Cinta aislante: Elemento para cubrir uniones en los cables.
- Tornillo de rosca 2" (10): Elementos para unir los componentes

#### D) Proceso de fabricación de la incubadora.

Después de realizar el análisis de las opciones disponibles en el mercado, se estableció la mejor opción para el presente proyecto, se realizó el proceso de adquisición de cada uno de los componentes necesarios para el presente proyecto, para finalmente realizar la construcción de la incubadora.

Para el proceso de ensamble de cada uno de los elementos se usaron los tornillos, fijando los elementos en la caja de icopor, los soportes de los focos se colocan en la parte interna de la caja, se abre un ducto de ventilación, el cual será el puesto para el abanico, en la parte externa se fijan el Arduino y el termohigrómetro digital, para poder visualizar la temperatura y humedad interna.

Para el proceso de control se usa un Arduino que controla la ventilación de la incubadora, además este posee la entrada de un sensor de temperatura que entrega las indicaciones mediante Led, cuando el Led verde está encendido significa que la temperatura dentro de la incubadora es adecuada, y si enciendo el Led rojo indicará que la temperatura es inadecuada, por ende, el Arduino manda una señal al ventilador para adecuar la temperatura a los parámetros indicados. Además, se instala un termostato para controlar la temperatura de los focos.

La fuente de alimentación de 110 V suministra corriente a un convertidor a 5 V, que alimenta el Arduino con corriente continua. El termostato está conectado a 110 voltios.

Figura 8-4: Circuito eléctrico de incubadora. (Fuente: Autor)

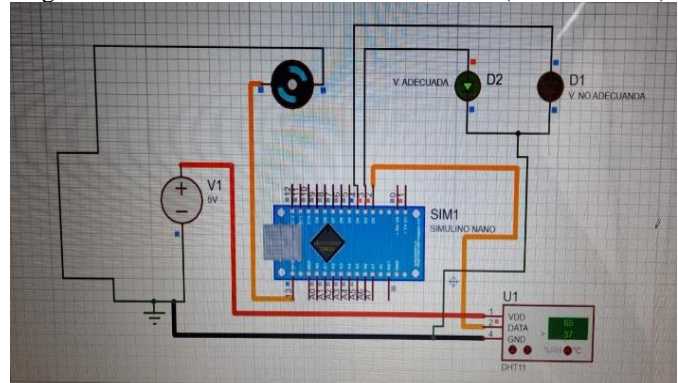


Figura 8-5: Proceso de ensamble de incubadora. (Fuente: Autor)

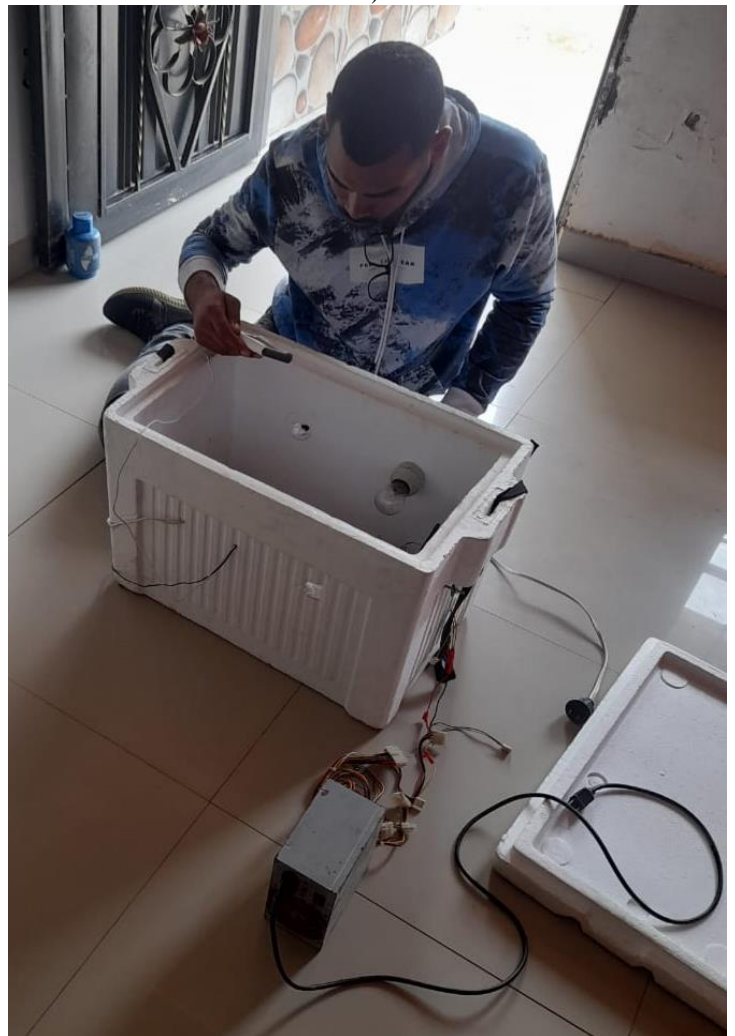




Figura 8-6: Incubadora artificial con materiales de bajo costo. (Fuente: Autor)



Figura 8-7: Incubadora artificial con materiales de bajo costo. (Fuente: Autor)



Figura 8-8: Incubadora artificial con materiales de bajo costo. (Fuente: Autor)



## IX. EVALUACION DE FUNCIONAMIENTO DE LA INCUBADORA

Después del ensamble de los componentes seleccionados para el desarrollo del dispositivo, se realizaron pruebas de funcionamiento de la incubadora, para así realizar los ajustes pertinentes y evaluar el funcionamiento

Antes de realizar pruebas con huevos se hicieron algunas verificaciones de la incubadora en su funcionamiento, estas incluyen validar los parámetros de temperatura y humedad, durante 24 horas, verificando sus valores cada 4 horas,

Tabla 9-1 Selección de alternativa de incubadora

Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)
8:00	37.5	68
12:00	37	69
16:00	36.6	67
20:00	36.1	69
00:00	37.8	75
04:00	36.6	69

Luego se procedió a introducir 20 huevos en la incubadora para desarrollar el proceso de incubación, para esta prueba piloto se planean 5 Ovoscopia al inicio del proceso, a los 3 días, a los 6 días, a los 12 días y a los 18 días.

En el día 6 se puede observar exceso de porosidad en uno de los 20 huevos, por lo que se retira de la incubadora.

En la cual al final del proceso eclosionan 18 huevos de 20

huevos, para un porcentaje de efectividad del 90%.

Figura 9-1: Ovoscopia. (Fuente: Autor)



Figura 9-3: Ovoscopia. (Fuente: Autor)

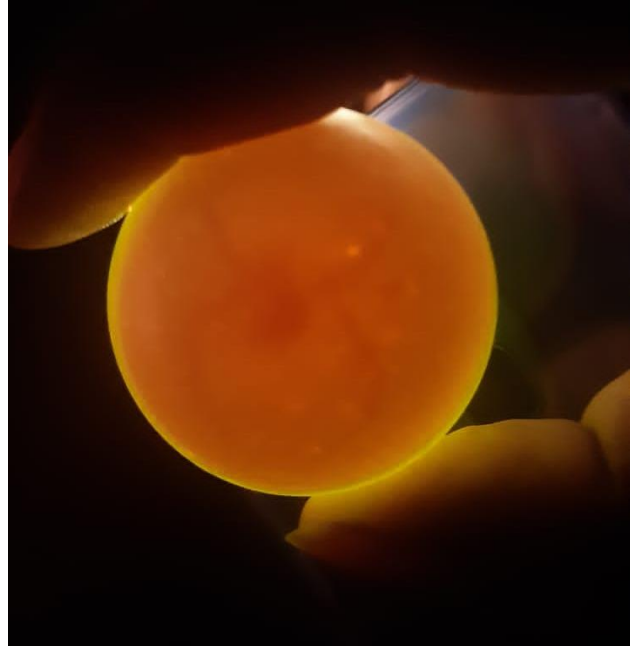


Figura 9-2: Ovoscopia. (Fuente: Autor)

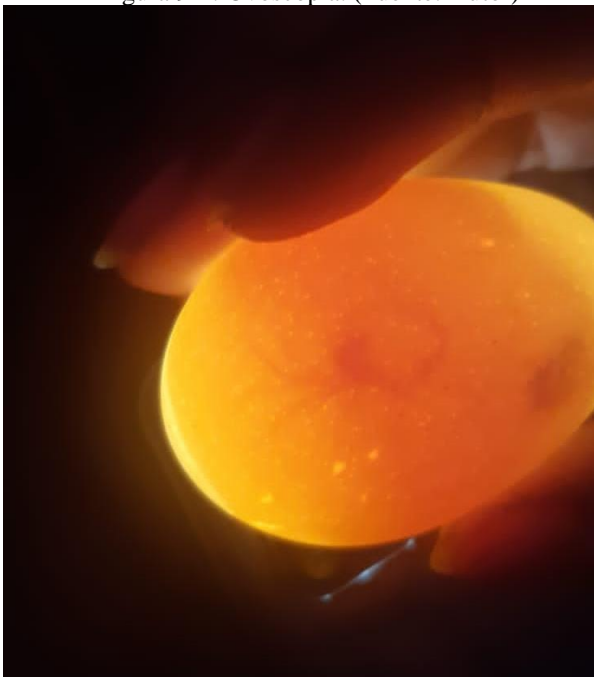


Figura 9-4: Ovoscopia. (Fuente: Autor)

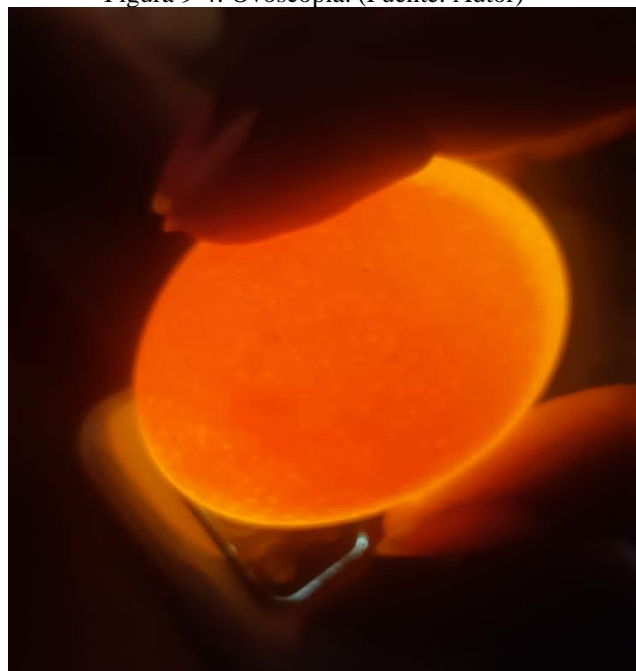


Figura 9-5: Ovoscopia. (Fuente: Autor)



## X. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

### A) Manual de uso

Para obtener el correcto funcionamiento de la incubadora, se debe operar de una manera correcta, por lo que es fundamental que el operador, tenga claro sus funciones antes de iniciar cualquier proceso de incubación, con esto se minimiza cualquier daño de la incubadora y/o de la persona que realiza la operación.

#### Ubicación de la incubadora:

- La incubadora debe estar en lugar fijo, evitando riesgos de caída.
- Se debe evitar exponerla a la intemperie, evitar corrientes de aire y exposición al sol.
- Conectar a un regulador de voltaje.

#### Preparación de la incubadora:

- Realizar limpieza y desinfección cada inicio de ciclo.
- Se debe precalentar la incubadora previo al inicio del ciclo mínimo 24 horas.
- Cargar con agua el contenedor dispuesto para mantener la humedad.
- Regular los parámetros de temperatura y humedad.

#### Indicadores luminosos y funciones

- La luz verde indica que los parámetros dentro de la incubadora se encuentran en sus valores asignados.
- La luz roja nos indica que los valores de las variables se encuentran por fuera de los valores asignados.

#### Carga de la incubadora

- Revisar temperatura y humedad antes de iniciar el

ciclo.

- Realizar la carga de huevos

#### Cuidados durante el ciclo de incubación

- Revisar a diario la temperatura y humedad dentro de la incubadora.
- Reemplazar el agua dentro de la incubadora en caso de ser necesario.
- Realizar el cambio de posición de los huevos cada 3 días.
- Los 3 días previos a la eclosión no abrir la incubadora, ni realizar volteo de los huevos.

### B) Manual de mantenimiento

Se recomienda realizar en forma periódica actividades de mantenimiento para mantener los márgenes operativas y confiabilidad, además de mantener seguro todo el proceso, con esto minimizar riesgos laborales.

Dentro de esas acciones rutinarias se recomienda realizar inspecciones visuales a cada componente del equipo, con el fin de verificar cualquier desajuste que tenga el equipo, que pueda interferir en su desempeño.

Para realizar las operaciones de mantenimiento se realiza las siguientes recomendaciones:

- Realizar las operaciones con el equipo desconectado.
- Para iniciar se debe realizar una inspección visual a cada uno de los componentes, revisar las conexiones y verificar que todos sus elementos estén bien.

Tabla 10-1: Programa de mantenimiento

Actividades	Frecuencia (Ciclos de 21 días)
Limpieza de interior de incubadora	1
Reajuste de tornillos de sujeción	2
Revisión y calibración de parámetros	1
Inspeccionar velocidad y estado de las aspas del ventilador.	4
Verificar temperatura real interna en la incubadora.	1
Revisión y limpieza de sensores de temperatura	4

## XI. CONCLUSIÓN

Se realizó un compendio de las diferentes formas y equipos utilizados para la incubación de huevos de gallina, teniendo en cuenta el uso de materiales de bajo costo, durante la revisión bibliográfica se pudo identificar las diferentes opciones que se

pueden utilizar para la incubación de huevos de gallina, según las necesidades de cada proyecto.

En específico dicho compendio fue la base para realizar el análisis del equipo a construir y los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto, al realizar análisis comparativos con otros modelos, se estableció por medio una tabla de selección, que la incubadora artificial con materiales de bajo costo es la mejor opción.

En la validación del funcionamiento se pudo comprobar el correcto funcionamiento de la incubadora, entregando altos porcentajes de eclosión satisfactoria de los huevos.

Se elaboro un manual acorde a las necesidades de la incubadora, teniendo claridad en la operación de esta.

El proyecto cumple con los requerimientos de la comunidad ya que es una incubadora de fácil construcción, materiales de bajo costo y cumple con las expectativas de producción, es importante destacar que hay intereses de comunidades cercanas a la región, para la adquisición de la incubadora de bajo costo.

## REFERENCES

- [1] Vázquez, J., O. Prado, L. García, y M. Juárez, "Edad de la reproductora sobre la incubabilidad y tiempo. Avances en Tecnología Agropecuaria," , 2006, pp. 21–28.
- [2] Cura, S. (2019). Puntos críticos para auditar en una planta de incubación para maximizar los nacimientos y la calidad de los pollitos (Doctoral disertación, Universidad Nacional de Luján).
- [3] Ascencio Ramos, F. G., & Elías Mejía, S. G. (2009). Evaluación de las funciones básicas de una incubadora artesanal con una semiindustrial y la incubación natural (Doctoral disertación, Universidad de El Salvador).
- [4] Sánchez Rodríguez, A. M. (2017). Efecto formaldehído en las nacederas sobre los parámetros productivos en pollo de carne durante la primera semana de edad.
- [5] Repositorio digital - universidad nacional de Loja: influencia del tiempo de almacenamiento previo a la incubación sobre el desarrollo embrionario, incubabilidad y calidad del pollito finquero (unL.edu.ec).
- [6] Macas E. y Salazar "Diseño y Construcción de una Incubadora Industrial de Huevos Implementando Control de Nivel de Co2 para la Empresa Forraje Verde Hidropónico FVH. Tesis de Pregrado ", Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Ecuador 2022
- [7] Cevallos S. "Construcción de una Incubadora ". Escuela politécnica del Ejercito. Latacunga Ecuador. 2005
- [8] Barboza P. "Diseño de una Incubadora de Huevos de Gallina para las Granjas Productoras y Comercializadoras Avícolas en el Municipio de Becerril Cesar". Fundación Universidad de América. Bogotá Colombia. 2021