

## Construcción y evaluación del funcionamiento de un prototipo de incubadora para usos múltiples, Chachapoyas, 2018

### Construction and evaluation of the operation of a prototype incubator for multiple uses, Chachapoyas, 2018

Fernando Isaac Espinoza Canaza<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo construir y evaluar el funcionamiento de una incubadora, para la evaluación se eligió incubar en 06 huevos fertilizados de gallina durante 21 días, en el transcurso de dicho tiempo la incubadora funcionó ininterrumpidamente manteniendo la temperatura en el interior de la incubadora entre 37,0 °C – 37,5 °C y la humedad constante de 47,0 a 56,5 % Hr, estos datos se mantuvieron durante 24 horas continuos durante 23 días. Para lograr estos promedios, se ajustó los focos generadores de calor; al inicio se utilizó un foco de 100 watts, esto incremento rápidamente la temperatura llegando a 37 °C en el interior de la incubadora y la humedad bajo notablemente entre 40 – 45 %Hr, para mejorar el diseño se utilizó focos de 50 watts y la humedad se elevó entre 48% - 55% Hr. Se colocó en el interior de la incubadora una bandeja de plástico con capacidad de 500 ml de agua común, para equilibrar la humedad en el interior de la incubadora, en estas condiciones la humedad llegó a mantener en promedio de 47,3 a 56,5 % Hr. Para homogenizar la temperatura y humedad en toda la incubadora se implementó un ventilador pequeño. Como resultado, a los 23 días se tuvo la eclosión de un ave desarrollada completamente, demostrándose que la incubadora funciono correctamente luego de los ajustes realizados.

**Palabras clave:** Granja de aves, Humedad, Incubación, Temperatura

#### ABSTRACT

The objective of the research was to build and evaluate the operation of an incubator, for the evaluation it was chosen to incubate in 06 fertilized chicken eggs for 21 days, in the course of that time the incubator worked without interruption keeping the temperature inside the incubator between 37.0 °C - 37.5 °C and the constant humidity of 47.0 to 56.5% Hr, these data were maintained for 24 continuous hours for 23 days. To achieve these averages, the heat generating sources were adjusted; At the beginning a 100 watt bulb was used, this rapidly increased the temperature reaching 37 °C inside the incubator and the humidity was notably between 40 - 45% Hr, to improve the design, 50-watt spotlights were used and the humidity was raised between 48% - 55% Hr. A plastic tray with a capacity of 500 ml of common water was placed inside the incubator to balance the humidity inside the incubator, in these conditions the humidity reached an average of 47.3 to 56.5 % Hr. To homogenize the temperature and humidity throughout the incubator, a small fan was implemented. As a result, after 23 days the hatching of a completely developed bird occurred, showing that the incubator worked correctly after the adjustments made.

**Keywords:** Bird farm, Humidity, Incubation, Temperature

<sup>1</sup>Ingeniero Electrónico, fernando.espinoza@untrm.edu.pe. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

## I. INTRODUCCIÓN

Una incubadora es conocida también como una estufa de cultivo, las cuales tienen la finalidad de emitir calor a una zona local o específica, pues mantiene la temperatura ideal, así como la humedad, el CO<sub>2</sub> y el oxígeno en grados idóneos para realizar cultivos. Las incubadoras principalmente son utilizadas en las siguientes áreas: Biología celular, Microbiología y Biología molecular. Generalmente, las incubadoras son utilizadas en los laboratorios para preparar diferentes muestras, como, por ejemplo: Microbianas, Bacterianas, Hongos, Estudios hematológicos, Cultivos celulares eucariotas e Incubación de embriones. Para poder realizar cualquiera de los cultivos anteriores es necesario escoger la incubadora de laboratorio que más se adapte a sus necesidades, pues dentro del mercado existen diferentes tipos, como son: Incubadora seca, Incubadora de cámara doble, Incubadora húmeda de CO<sub>2</sub>, Incubadora roller, Incubadoras digitales, Incubadoras análogas e Incubadoras de bajo costo [10].

El propósito de la incubación en la presente investigación está orientado a un proceso mediante el cual un embrión de gallina doméstica se desarrolla y se convierte en polluelo, y en ella se garantiza a los huevos, la temperatura, la ventilación y la humedad necesaria para que se desarrolle normalmente hasta culminar con la eclosión o salida del pollito del huevo.

La granja de aves localizada en la Estación Experimental de Chachapoyas de la UNTRM, no cuenta con incubadoras para huevos, en este centro es donde se desarrollará el estudio ya que se cuenta con el producto principal (huevos) para las pruebas.

En la parte académica no se cuenta con equipos de incubadoras para la realización de estudios o aplicaciones para los estudiantes de pregrado por lo que se realizaría la transferencia tecnológica del diseño y construcción de la incubadora.

Las comunidades rurales no cuentan con incubadoras, al difundirse el equipo de bajo costo, se podría aumentar el nivel productivo y comercial de aves.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

En la parte académica no se cuenta con equipos de incubadoras para la realización de estudios o aplicaciones para los estudiantes de pregrado por lo que se realizaría la transferencia tecnológica del diseño y construcción de la incubadora. Las

comunidades rurales no cuentan con incubadoras para aves, al difundirse el equipo de bajo costo, se podría aumentar el nivel productivo y comercial de aves.

Se tuvo como objetivo general: Construir y evaluar un prototipo de incubadora para usos múltiples con control automático de temperatura, humedad, ventilación y volteo; y como objetivos específicos:

- Construir un prototipo de incubadora con control automático que permita regular y monitorear la temperatura, humedad, ventilación y volteo para ser aplicado en la incubación de huevos de gallina.
- Evaluar el funcionamiento de la incubadora con control automático para otras aplicaciones.

Estado del arte: Las mini incubadoras se pueden construir con materiales baratos y disponibles en la zona, como cáscara de arroz, colchas enguatadas y arena, que retienen el calor. Las incubadoras pueden fabricarse de forma sencilla mediante técnicas y herramientas fácilmente disponibles. Los mayores porcentajes de eclosión de huevos de gallina y de pato son los de las mini incubadoras de arena: 80-85 % y 70-72 %, respectivamente, frente a porcentajes del 70-75 % y 65-68 % en el caso de las incubadoras de cáscara de arroz y del 75-80 % y 60-62 % en el caso de las que utilizan un lecho de cáscara de arroz y colcha enguatada.

La incubación artificial es una práctica muy antigua, se tienen registros de esta desde hace unos 3000 años atrás. Los primeros métodos de incubación eran predominantemente artesanales y no arrojaban buenos resultados, fue hasta la década de 1930 con la inserción del control eléctrico y las técnicas de control moderno que se revolucionó la industria de la crianza de aves de corral, logrando la producción a gran escala. La incubación artificial siguió desarrollándose debido a dos factores: el incremento de las operaciones, como el número de nacimientos que se debían alcanzar para satisfacer la demanda y el desarrollo de la tecnología. Hoy en día las incubadoras cuentan con los más modernos sistemas de control de temperatura, humedad, volteo y ventilación; capaces de producir hasta 1.5 millones de nacimientos de pollitos a la semana, en países más desarrollados [6].

### Tipos de incubadora

**Verticales:** También se les denomina incubadoras multi-etapas, ya que se pueden albergar varios lotes de huevos que se encuentren en diferentes ciclos de incubación. Este tipo de incubadoras (figura 1), son las que se usan en la industria más desarrollada, su capacidad varía desde 10,000 hasta 300,000 huevos.

Su tamaño puede variar desde un gabinete vertical hasta un cuarto completo de una casa promedio (3x3.5x3 m), en el cual se pueden meter una serie de carritos que albergan varias bandejas de huevos dispuestas de forma vertical. La mecedora se encuentra separada del cuarto de incubación y su capacidad es generalmente la mitad de la incubadora.



Figura 1. Incubadora vertical

**Horizontales:** Son incubadoras cuya capacidad varía de 50 a 500 huevos, se usan en granjas más pequeñas y para proyectos experimentales. También son conocidas como incubadoras de una sola etapa ya que el lote de huevos que alberga debe estar en el mismo ciclo de incubación. El nacimiento de los pollitos se produce en la misma máquina. La disposición estructural del prototipo de incubadora presentado en este informe corresponde al de las incubadoras de tipo horizontal (figura 2), ya que su capacidad (100 huevos) y finalidad (producción en pequeñas avícolas) recae en el rango de aplicación de las mismas [6].



Figura 2. Incubadora horizontal

#### Parámetros controlados en las incubadoras

#### Temperatura

El calentamiento de los huevos durante la incubación se logra mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. La temperatura óptima de incubación se encuentra en el rango de 37 y 38°C. De ser la temperatura menor de 35° o mayor a 40°C los embriones mueren. El nivel óptimo de temperatura a aplicar depende de: el tipo de incubadora, la calidad y el tamaño de los huevos, la edad de los embriones; así como de la especie.

#### Humedad

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente (deseccamiento), lo que expone al embrión en sus primeros días a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede irremediablemente provocar su muerte. La humedad relativa ideal de incubación es de 50 a 55% para huevos blancos y de 55 a 60% para los huevos de color café; que también variarán en función del tamaño de los huevos.

#### Movimiento o volteo

El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. En la incubación natural, la gallina es quien voltear los huevos con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento. Este proceso tiene una gran influencia en el desarrollo, pues evita que los embriones se adhieran a las membranas del huevo.

#### Ventilación

La ventilación tiene tres funciones importantes: permitir la respiración del embrión, al mantener un mínimo de 21 a 22% de oxígeno en incubadoras; limitar el O<sub>2</sub> de la atmósfera en un nivel inferior de 0.5% y nunca rebasar el 1%, pues provocaría lento desarrollo embrionario; y distribuir uniformemente la temperatura y la humedad. La correcta circulación de aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento de: ventiladores, inyectores o extractores de aire, compuertas u orificios de entrada y salida.

#### Componentes para la construcción de la incubadora

Se contó con todos los materiales e insumos necesarios para la primera etapa de la construcción y armado de la incubadora, entre los cuales tenemos:

- Caja de madera 40 x 60 x 25 centímetros
- 01 Sensor de temperatura – SHT31
- 02 Módulo de Arduino – Uno R3.
- 01 Ventilador de PC

- 02 Relé para el control de la lámpara incandescente – 5Vdc
- 02 Foco de tipo incandescentes de 50 watts
- Cables.
- 01 Fuente de energía de 9 Vdc y 1000 mA
- Casillero para huevos
- 01 Recipiente para contener el agua para mantener la humedad
- 01 Servo motor de 180° de 2,5 k de torque para el volteo de los huevos
- Programación o código
- Papel aluminio para recubrir el interior de la incubadora
- Termómetro

En las fotografías 1 y 2, se puede observar el acabado, tanto la estructura y el sistema de control de la incubadora para aves (huevos de gallina).



Fotografía 1. Incubadora construida - Estructura



Fotografía 2. Incubadora construida – Sistema de control

**Actividades realizadas**

Para el desarrollo del prototipo de la incubadora, el número de tratamientos se consideró en tres momentos, que permitieron observar el funcionamiento del prototipo:

- a) Una semana de funcionamiento de la incubadora para observar el funcionamiento, corregir y calibrar los parámetros de temperatura, humedad y ventilación.
- b) Dos semanas para el registro de datos de temperatura, humedad y movimiento de la casilla de huevos, esta etapa permitió ver la operatividad continua del equipo.
- c) Y, durante tres semanas se evaluó la incubación de huevos, registrando temperatura, humedad, ventilación y volteo. En primera instancia se incubaron 04 unidades de huevos y en segunda instancia se incubaron 06 unidades de huevos fertilizados.

**III. METODOLOGIA**

El proyecto tanto teórica y experimentalmente fue desarrollado en la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación – DTIC en la ciudad universitaria, en las coordenadas siguientes: Latitud 06° 50' 15" y Longitud 78° 01' 17" y altitud 2335 m.s.n.m.

**Funcionamiento de la incubadora**

Luego de la construcción e implementación física del prototipo de la incubadora, se procedió a realizar las pruebas preliminares para la recolección de datos.

Preliminarmente, se realizó las siguientes pruebas:

- Durante 5 días en el mes de julio (del 16 al 20 de julio)
- Durante 5 días en el mes de agosto (del 06 al 10 de agosto)

Tabla 1. Temperatura y humedad

Periodo	Temperatura Incubadora	Humedad Incubadora	Temperatura ambiente (°C)	Humedad Relativa (%)
	34,72	54,69	15,36	89,32
Julio:	37,78	53,71	16,41	75,88
5 días de prueba	35,98	56,48	17,39	76,94
	35,28	57,70	15,15	89,33
	36,13	55,50	16,73	82,13
	35,55	55,44	15,78	87,16
Agosto:	36,12	56,88	16,57	59,53
5 días de prueba	36,75	57,27	16,20	84,66
	36,74	56,43	16,07	84,42
	36,42	57,90	16,20	86,77

**Análisis de la temperatura y la humedad**

De acuerdo a los resultados estadísticos mostrados,

los resultados obtenidos fueron gracias a la calibración de la fuente generadora de temperatura (foco incandescente de 50W), lográndose el valor promedio ideal de la temperatura en 37 °C a 37,5 °C y de la humedad de 47,0 a 56,5 % Hr.

Analizando la tabla 1, se observa que la temperatura está en el rango de 34,72 °C a 36,74 °C; sin embargo, para la incubación de huevos de gallina se requiere necesariamente que esté establecido en 37,0 °C, posteriormente esta temperatura se mantuvo constante, ya que menos de 37 °C no es óptimo y no se llevaría una esperada incubación, se logró reajustar la temperatura en la incubadora. Asimismo, en tabla 1, se observa que la humedad dentro de la incubadora está en el rango de 53,71% Hr a 57,90% Hr, sin embargo, para la incubación de huevos de gallina se requiere necesariamente que esté establecido en 60%, ésta humedad no se logró estabilizar.

En la figura 3, se puede observar que la temperatura en el interior de la incubadora se mantiene constante con un promedio de 36,15 °C frente a la temperatura ambiente en promedio de 16,19 °C; por lo se puede afirmar que la incubadora está ajustándose a la temperatura necesaria a pesar que la temperatura ambiente es baja.

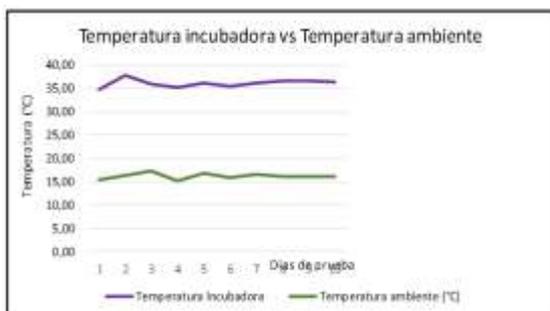


Figura 3. La temperatura en la incubadora

En la figura 4, se puede observar que la humedad en la incubadora se mantiene constante con un promedio de 56,20 %Hr frente a la humedad del medio ambiente que en promedio es de 68,61% Hr; para mantener ésta humedad, fue necesario colocar en el interior de la incubadora una bandeja recipiente con agua cuya capacidad fue de 500 ml de agua común, cada día de las pruebas se dotó de agua en capacidad de 500 ml.

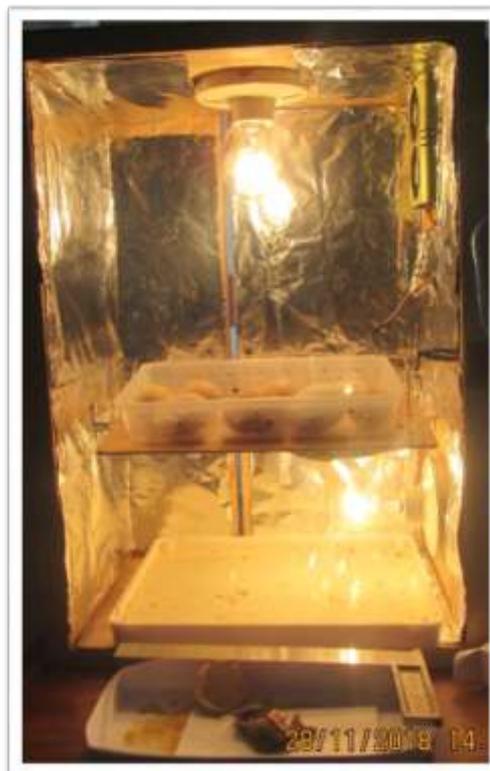


Figura 4. La humedad en la incubadora

#### IV. RESULTADOS

En la fotografía 3, se muestra la incubadora construida ya operativa, y se puede observar en su estructura lo siguiente:

- En la parte superior e inferior se puede ver los dos focos de 50 watts incandescente que genera el calor.
  - El foco de la parte inferior, es la que genera la humedad requerida.
  - Un recipiente de plástico que almacena agua para que el foco interior evapore para producir la humedad requerida.
  - En la parte derecha se localiza un ventilador para homogenizar la temperatura y la humedad en el interior de la incubadora.
- El interior de la incubadora está forrado con papel aluminio para mantener la temperatura y humedad.



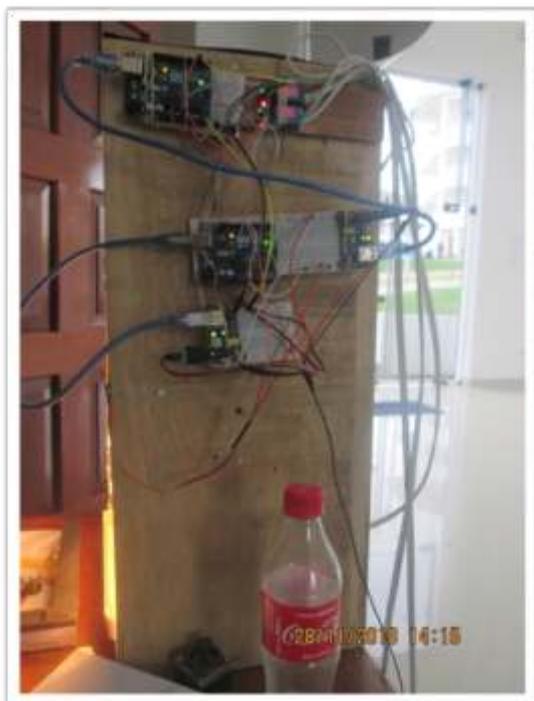
Fotografía 3. Incubadora construida - Estructura

En la fotografía 4, la incubadora construida ya operativa, en la parte lateral se observa en su estructura lo siguiente:

- En la parte superior se detalla el arduino Uno que controla el sensor SHT31 de temperatura y humedad, así como al sistema encendido automático de los focos mediante la activación por relés.

- En la parte media se detalla el arduino que controla al servo motor que genera el movimiento de la bandeja de huevos a 45° por lado.

- Y, en la parte inferior última se observa la fuente de energía que suministra al servo motor para su funcionamiento.



Fotografía 4. Incubadora construida – Sistema de control

#### Resultados de la incubación durante el tiempo de 20 - 23 días

En la fotografía 5, se observa la eclosión de un ave ya completamente desarrollado, para este caso no logró sobrevivir; sin embargo, esto permite validar el funcionamiento de la incubadora.



Fotografía 5. Nacimiento del ave



Fotografía 6. Las dimensiones del ave



Fotografía 7. El ave en su desarrollo.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola – FIDA, (2011).
- Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa ISSN 2007 – 8412. Publicación #03 Julio – diciembre 2015
- Murillo, R. G. (s.f.). Producción Aviar de Huevo. Obtenido de Depto. de Zootecnia AICA-UABCS, (2008).
- Wikipedia. (s.f.). Wikipedia. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>.

- Obtenido el 02 marzo de 2018
- Khan, M.A. Dim Prashfutuner Katha. [Libro sobre los principios de la incubación de huevos de pato. Friends in Village Development of Bangladesh, Khadim Nagar, Sylhet (Bangladesh), (1983).
- Fonseca S. S.E. Incubadora automática de huevos de aves de corral, con capacidad de 100 Huevos, natalidad del 70%, monitoreo remoto y de bajo costo. Informe de trabajo Monográfico. Universidad Nacional de Ingeniería, (2017).
- Arcadio Ríos. Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. La Habana, (2011).  
[https://www.ecured.cu/Incubadora\\_de\\_huevos](https://www.ecured.cu/Incubadora_de_huevos). Obtenido el 20/03/2018
- Funez, Octavio Daniel. Incubadora de huevos de gallina de corral. Departamento de Ciencias e Ingeniería, Universidad del Caribe, (2003).
- Cibermascotas. Incubadoras para huevos.
- QuimiNet. Los 6 principales usos y aplicaciones de las incubadoras digitales.  
<https://www.quiminet.com/articulos/los-6-principales-usos-y-aplicaciones-de-las-incubadoras-digitales-48745.htm>, Obtenido 30/05/2018
- Incubatrici Borotto. Manual informativo para la incubación artificial de huevos. Incubadora REA1 12/24/49 automática. Vía Papa Giovanni Paolo II, 7. 37060 Buttapietra (Veroba) Italia.