

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Registro de acontecimientos en un proceso de incubación en huevo de  
Pavo Real Azul (*Pavo cristatus*)

Por:

**MAGALY MICHELLE CAMPA CARRANZA**

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo Coahuila, México, junio del 2023

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Registro de acontecimientos en un proceso de incubación en huevo de  
Pavo Real Azul (*Pavo cristatus*)


POR:

**MAGALY MICHELLE CAMPA CARRANZA**

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como Requisito para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**



Ing. Ricardo Deyta Monjaras  
Asesor Principal




M.C. Pedro Carrillo López

Coasesor



Dra. Laura E. Padilla Gonzales

Coasesor



M.C. Pedro Carrillo López  
Coordinador Interino de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio del 2023

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco **a mi Dios**, por darme la vida y la oportunidad de seguir cumpliendo mis sueños, porque en todo momento está a mi lado, en los momentos de angustia y de felicidad y por darme fortalezas para seguir adelante cumpliendo cada una de mis metas y sueños.

**A mis padres:** José Guadalupe Campa Flores y Yolanda Carranza Martínez; les agradezco por todo el sacrificio que han hecho para que yo pueda cumplir cada uno de mis sueños, por brindarme todo su amor, cariño y principalmente la confianza que me han dado día con día a lo largo de toda mi vida.

**A mi ALMA TERRA MATER;** por darme la oportunidad de formar parte de esta gran familia y poder conocer a personas que día a día me han enseñado el verdadero significado de la palabra amistad. A cada una de ellas agradezco todo su apoyo, cariño y principalmente su amistad.

**Al Ing. Ricardo Deyta Monjaras;** por apoyarme con sus conocimientos y experiencia, por gran confianza que me ha brindado, por su linda amistad, que en todo momento me ha escuchado y ha estado conmigo en todo momento difícil de mi vida universitaria, mil gracias por todo.

**A mis amigos,** Salma Galván, Clarisa Sandoval, Griselda Ducoing, Lizbeth Reynaga, Diego López, Jaziel Ovilla, Roberto Pérez, y demás amigos del “pino”, quiero agradecer a cada uno de ellos que siempre estuvieron conmigo en todo momento apoyándome, dándome consejos, y por todas las experiencias que vivimos dentro y fuera de la universidad.

**A mi Tito (†)** Gracias por ser la mascota más linda del mundo, gracias por estar cada día y noche conmigo mientras yo trabajaba en este proyecto, por nunca dejarme sola y estar siempre a mi lado, te mando un fuerte abrazo en donde quiera que te encuentres.

# **DEDICATORIA**

## **A mis padres**

José Guadalupe Campa Flores y Yolanda Carranza Martínez; por brindarme todo su apoyo incondicionalmente, por la confianza que siempre me tuvieron a lo largo de mi carrera, por el amor y cariño que siempre me han brindado.

## **A mis hermanos (as)**

Alicia de Jesús, José Guadalupe Jr. y Nicol Analy; a cada uno les agradezco todo el apoyo, cariño y la fuerza que me han brindado, los consejos que siempre me dieron para no rendirme a lo largo de este proyecto y principalmente en mi vida.

## **A mis abuelos**

Prisiliano Campa (†), Rogelia Flores, Aurelio Carranza y Pola Martínez (†) por confiar en mí, por brindarme todo su amor y cariño, por estar para mí en mis momentos más difíciles, y porque aún siguen estando conmigo, sin importar en donde se encuentren.

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo Coahuila, México, Junio del 2023

DECLARO QUE:

El estudio de investigación titulado "**Registro de acontecimientos en un proceso de incubación en huevo de Pavo Real Azul (*Pavo cristatus*)**" es una producción personal donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estado consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a la que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación de este, ni a un nuevo envío.



---

Atentamente

Magaly Michelle Campa Carranza

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO.....	2
JUSTIFICACIÓN .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Pavo real azul.....	3
2.2 Características del pavo real.....	4
2.3 Sistemas de incubación.....	7
2.3.1 Natural.....	7
2.3.2 Artificial.....	8
2.3.2.1 Recomendaciones para un buen manejo de la incubadora.....	8
2.4 Factores primordiales involucrados dentro del proceso de incubación del huevo de pavo real.....	10
2.4.1 Temperatura.....	10
2.4.2 Humedad Relativa .....	12
2.4.3 Volteo.....	14
2.4.4 Ventilación .....	15
III. METODOLOGÍA.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
V.CONCLUSIÓN.....	24
VI. LITERATURA CITADA.....	25
VII. ANEXOS.....	27

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Parámetros primer día de incubación.....	18
CUADRO 2. Monitoreo de parámetros durante la tercera ovoscopia.....	19
CUADRO 3. Monitoreo de parámetros durante la cuarta ovoscopia.....	19
CUADRO 4. Resultado de los 41 huevos .....	20
CUADRO 5. Ovoscopias .....	23

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ovoscopia de huevo infértil.....	17
FIGURA 2. Pesaje de huevos.....	17
FIGURA 3. Comparativa de huevo infértil a huevo fértil.....	18
FIGURA 4. Huevos contaminados.....	19

## **RESUMEN**

La incubación de huevos de pavo suele considerarse con un grado más de complejidad que la incubación de huevos de gallina, esto es debido a que la temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación requieren de ciertos parámetros específicos para el desarrollo del embrión.

Por lo tanto, comentando sobre los parámetros claves y puntos cruciales en la incubación, se puede garantizar el éxito al cumplir con los parámetros indicados, ya que el mal manejo de alguno de ellos puede llegar a ocasionar problemas severos al embrión.

Aportar el conocimiento y crear interés a nuevas áreas de investigación, donde puedan tener información reciente para el proceso de incubación, debido a que, al no contar con investigaciones recientes, es indispensable brindar información actualizada para que futuras generaciones puedan tener un apoyo con registros y acontecimientos que nos oriente previo al proceso de incubación del huevo de pavo real.

En el presente estudio se dio acompañamiento a un proceso de incubación en el que se procesó la cantidad de 41 huevos, donde su periodo de incubación fue de 28 días, obteniendo resultados no esperados debido a que no se contó con nacimientos, por lo que es de suma importancia el tomar en consideración el buen manejo de los factores ya antes mencionados.



## I. INTRODUCCION

En la actualidad, en México la avicultura ha alcanzado altos índices productivos, siendo la industria con mayor crecimiento y demanda en la producción de huevo fresco y carne de pollo.

Esta actividad ganadera figura como una de las que tiene mayores antecedentes históricos en México, del mismo modo, al ser el pavo y el guajolote introducidos por los españoles, genera un detonante para el desarrollo de la avicultura en nuestro país.

En este proyecto de investigación se abordará el tema del pavo real azul (*pavo cristatus*) siendo este originario de la región sur de Asia y reconocido por su majestuoso plumaje. Esta ave es polígama y con un fuerte dimorfismo sexual: el macho se caracteriza por lo colorido y brillante de su plumaje, sobre todo por la gran longitud de su cola, mientras que la hembra cuenta con un plumaje más opaco y no posee plumaje vistoso y colorido.

En México la explotación de diversas especies de fauna silvestre y exótica cobran auge, especialmente siendo los pavos reales la especie más utilizada como aves de ornato y de sus plumas como objeto en la decoración, lo que posibilita la generación de recursos económicos con este tipo de explotaciones de lujo.

Dada la importancia que se tiene y al no contar con investigaciones recientes sobre los manejos básicos de incubación y manejos de la especie, el principal objetivo es investigar y brindar información de los principales manejos y factores que están involucrados en el proceso como temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación. Echeverría, J (2006).

## **OBJETIVO**

Registrar los acontecimientos que se presentan en cada una de las ovoscopias dentro de un periodo de 28 días de incubación de 41 huevo de pavo real, teniendo en consideración los factores temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación.

## **JUSTIFICACION**

Al contar con poca información de lo que acontece dentro del proceso de incubación de esta especie exótica, y no contar con datos e investigaciones recientes y actualizadas, se da a la tarea de investigar y analizar los factores temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación, con la posibilidad de aportar datos frescos en los parámetros e indicadores de esta especie.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Pavo real azul



Los pavos reales son aves originarias de la India, han vivido en una forma semi domesticada desde hace más de 2 mil años, apareciendo en la mitología como en el arte, siendo aves consideradas como sagradas en gran parte del continente asiático.

Son aves muy apreciadas y hermosas, siendo así por la elegancia y belleza de su colorido plumaje, el cual es utilizado como ornamental; además de ser considerada su carne como un manjar en la cocina internacional.

Estas aves están acostumbradas a pasearse libremente en lugares amplios y descansando sobre ramas de árboles o en zonas altas, siendo esto así para cuidarse de sus depredadores. (Manual sobre la cría y explotación del pavo real, José de Jesús Jaime Santibáñez Escobar; Zapopan Jal, 1994)

El pavo real es un animal omnívoro, que consume insectos, alguno mamíferos y reptiles. Entre sus animales predilectos están las termitas, lagartijas, serpientes pequeñas y roedores. Con relación a las plantas, les gusta ingerir flores, hojas, frutos, semillas y algunos rizomas.

En esta especie el dimorfismo sexual está profundamente marcado, así los machos se diferencian de las hembras por su cola; este tiene plumas suprecobertoras



caudales con tonos dorados-verdosos, decoradas con ocelos, comparados con las hembras que solo muestran un color café opaco en su cuerpo.

## **Tamaño**

Miden aproximadamente de 90 a 230 cm. Los machos llegan a pesar de 4 a 6 kg, mientras que las hembras pesan de 2.75 a 4 kg.

## **Extremidades**

El pavo real cuenta con unas patas largas y fuertes de color marrón grisáceo. En ambos sexos está presente una estructura llamada espolón, localizada en el torso de cada pata. Este se desarrolla completamente después de los dos años, llegando a medir alrededor de 2.5 cm de largo. El espolón es utilizado por los machos durante la etapa de apareamiento, para alejar a otros machos competidores.

## **Iridiscencia**

Como sucede en otras aves, los colores brillantes del plumaje iridiscente no son producto de pigmentos, sino que se deben a la microestructura de las plumas y a los fenómenos ópticos resultantes. De esta manera, la coloración estructural ocasiona que las tonalidades dependen del ángulo de incidencia de la luz de las plumas. (Pavo cristatus. Animal Diversity Web)

## **Machos**

Como anteriormente se mencionó el macho es conocido por sus extravagantes plumas, que se encuentran en la parte posterior del cuerpo. Suelen relacionarse frecuentemente con las plumas que forman la cola, sin embargo, realmente son plumas cobertoras de cola.

Estas están ubicadas en la parte superior de la base de la cola, siendo conocidas también como suprecobertoras caudales.



El pavo cristatus cuenta con más de 200 de estas plumas, mientras que el plumaje de la cola solo tiene alrededor de 20.



Otra diferencia entre ambas plumas es el color y el tamaño, siendo así las de la cola más cortas y marrones, las coberteras largas de tonos dorado-verde, azul y marrón decoradas con ocelos. Algunas pudieran carecer de ocelos, terminando en una especie de semi luna negra.

El plumaje que cubre el cuerpo del macho también es muy llamativo. En la parte anterior es de color azul cobalto, con reflejos verdes a los costados de la cabeza. El macho tiene un copete de plumas, con el eje blanco y los extremos azul verdoso.

La piel blanca forma dos especies de líneas en la parte inferior y superior del ojo. La región dorsal tiene aspecto escamado, las plumas son negras y verdes, destellando tonos cobrizos y bronces. Las alas son negras y blancas, con las plumas primarias, que se visualizan solo en el vuelo, de color canela. Los músculos son color crema y sus patas tienen tonalidad gris.

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Pavocristatus00.pdf>

### **Hembra**

Las hembras son más pequeñas que los machos. Su cabeza es de color marrón rojizo, siendo su cara de color blanco. Tiene un copete similar al de los machos, pero las puntas son marrones con bordes verdosos.

El cuello es verde brillante, teniendo las plumas del pecho marrón oscuro, con algunos reflejos en verde. Su vientre es color blanco.



Tienen una cola marrón, de menor tamaño que las de los machos. Además, no poseen plumas cobertoras en la cola ni ocelos, siendo esto lo que la caracteriza.

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Pavocristatus00.pdf>

Las pavas inician su etapa de postura a partir de la semana 30 de su vida. Al iniciar la postura y hasta que se acostumbren a entrar al nido, se recomienda recorrer y retirar de la zona donde mayormente pasan a las pavas, obligándolas a introducirse a los nidos, esto ayuda a que ellas eliminen o reduzcan el instinto que les impulsa a incubar los huevos en cualquier lugar. Las pavas llegan a poner por ciclo (de 4 a 5 meses) de 30 hasta 160 huevos.

La puesta de los huevos en el piso es un gran problema que se debe corregir, ya que las pavas tienden a quebrar los huevos. Además, estos se ensucian, lo que incrementa el número de huevos que no se podrán incubar, debido a que pueden llegar a contraer algún agente patógeno peligroso que más adelante en su etapa embrionaria puede llegar a ocasionar serios problemas. (Echeverría 2006; Buxadé y Blanco, 1995)

Se recomienda agregar abundante paja o virutas de madera en el fondo de los nidos, para que estos sean bien mullidos y atractivos para las hembras. Esto disminuye la postura en el piso.

Los huevos deben incubarse inmediatamente, esto para obtener porcentajes altos de fertilidad.

En caso de almacenar los huevos para su incubación, se debe considerar que el tiempo de almacenamiento debe ser inferior a diez días, teniendo una temperatura de almacenamiento entre los 13°C y 18°C grados centígrados (68° F); la humedad relativa debe oscilar entre el 75 - 85%. Los huevos deben de ser colocados con la parte más gruesa hacia arriba, esto es debido a que en esa zona se encuentra la cámara de aire del huevo y con una posición inclinada de 30 a 45 grados, para que no se pegue la membrana, con una variación de 12 horas como mínimo

Pasando 7 días de almacenamiento la tasa de natalidad disminuye 1% por día los primeros cuatro días y un 2% a partir del décimo día después del almacenamiento.



Cuando los huevos son almacenados por más de 15 días, su fertilidad baja rápidamente y puede llegar a cero. (Echeverría 2006; Buxadé y Blanco, 1995)

## 2.3 Sistemas de incubación

Existen dos sistemas de incubación

- Natural
- Artificial

### 2.3.1 Natural

Este sistema de incubación se lleva a cabo por la propia madre, lo cual significa una baja postura durante toda la época de reproducción.

El tiempo de incubación es de 28 días. La temperatura promedio de incubación natural es de 37.5°C (Buxadé y Blanco 1995, Durán 2006)



La incubación natural no es un método rentable para sistemas de producción comercial. Esto se debe a que la producción de crías es baja y es estacional, lo que no puede abastecer un mercado que tiene entregas constantes.

### **2.3.2 Artificial**

En este sistema son utilizados equipos que simulan el proceso natural de incubación, aquí se controlan la humedad, temperatura, ventilación y volteo (movimiento del huevo).

#### **2.3.2.1 Recomendaciones para un buen manejo de la incubadora**

1. Área de incubación:

- Estar aislado para evitar contaminación.
- Estar ubicado en un lugar alto y de fácil drenaje.
- Ser fresco y estar protegido de los rayos solares directos.
- Ingreso restringido al personal autorizado en el área de incubación.
- Alejado de ventanas abiertas, esto para evitar cambios bruscos de temperatura.
- Retirado de la pared, ya que la ubicación contra la pared disminuye la circulación del aire, muy importante para el desarrollo normal de los embriones.
- Debe de estar sobre un soporte que impida que la incubadora quede en contacto directo con el suelo.
- Limpieza y desinfección periódicas.



(Alba, 1994; Buxadé y Blanco, 1995; Echeverría, 2006)



Para la limpieza y desinfección de la incubadora cada que salga una camada, se deben utilizar productos no corrosivos.

2. Desinfección de los huevos antes de introducirlos a la incubadora

3. Precalentado

Para el precalentamiento de la incubadora se debe encender de 12 a 24 horas antes de introducir los huevos, esto es para que se estandarice la temperatura y humedad, y así no poder evitar posibles variaciones.

4. Temperatura y Humedad Relativa

Introducir los huevos a la incubadora cuando se alcance una temperatura de 37.5°C y una humedad relativa de 55 - 60%, manteniendo estas condiciones durante los primeros 24 días. A partir del día 24, es conveniente disminuir la temperatura hasta los 36.3°C aumentando la humedad al 70%, esto favoreciendo la salida de los pavipollos del huevo. (Alba, 1994; Buxadé y Blanco, 1995; Echeverría, 2006)

5. Volteo.

El volteo de los huevos favorece el desarrollo normal del embrión, evitando problemas de cáscara pegada a los pavipollos a la hora de su nacimiento.

Los huevos se colocan dentro de la incubadora sobre una bandeja llamada "filler", esta bandeja debe de ser la adecuada para huevos de pavo real, ya que, dependiendo del tamaño del huevo, es el tamaño de la bandeja. Estos fillers mantienen a los huevos con la punta hacia abajo y dejando la parte más ancha del huevo hacia arriba donde está ubicada la cámara de aire. Este volteo se realiza cada 2 horas de manera automática (aproximadamente 18 giros/día). Hasta el día 28, los huevos dejan de girar, ya que inicia el periodo de nacimientos. (Buxadé y Blanco 1995, Echeverría, 2006)

6. Ovoscopia.

Es importante revisar los huevos durante la incubación para saber si llevan un desarrollo normal o solamente están ocupando lugar en la incubadora, para esto es fundamental elaborar una ovoscopia. Esta consiste en ver el interior del huevo con ayuda de un ovoscopio proyectando luz. (Bonilla y Diaz, 1988)

La ovoscopia se puede realizar al noveno o décimo día, esto ayuda a identificar los huevos que son claros ya que estos son infértiles y deben ser desechados.

A los huevos fértiles se le verán finas venas, estos son por donde se estará alimentando el embrión. Si un huevo se observa oscuro de una parte y claro del otro, significa que el embrión está muerto, no se observa ningún movimiento ni sus venas.

#### 7. Ventilación

La ventilación ayuda a eliminar los gases generados durante el desarrollo embrionario, así mismo aportando oxígeno para su supervivencia del ser en desarrollo. Para asegurar una buena ventilación la incubación debe estar en un lugar aireado o debe de contener ventanillas en diferentes partes de la incubadora.

#### 8. Transferencia de los huevos a la nacedora

Algunos de los productores realizan este proceso dentro de la misma incubadora. Otros lo realizan en una segunda incubadora, llamada "nacedora". Esto evita contaminar la incubadora con los desechos generados por el nacimiento de los pavipollos y tengan mayor comodidad. (Bonilla y Diaz, 1988)

## **2.4 Factores primordiales involucrados dentro del proceso de incubación del huevo de pavo real**

### **2.4.1 Temperatura**

La temperatura es el principal factor físico que afecta la incubabilidad del huevo, siendo la temperatura óptima para el proceso de 37 - 38 °C. Los rangos descritos de temperaturas óptimas de incubación para los embriones de aves varían entre 37 y 37,5 °C (Decuypere & Michels), 37,5 y 37,8 °C (Tullet, 1990) y 35 hasta 40,5 °C (Franklin)

En el proceso desarrollado es considerado únicamente la influencia sobre la temperatura de la incubación y ventilación para garantizar una temperatura óptima dentro de la incubadora y sobre la ventilación para asegurar la temperatura óptima de incubación que es de 37.5 °C para incubadoras de aire forzado, según (Cobb-Vantress, 2013)

Generalmente, en el pavo real se considera óptima una temperatura de entre 37,5°C y 37,7°C en el interior de las incubadoras y entre 37°C y 37,5°C en el de las nacedoras (Juárez, 2014).

A causa de una temperatura alta dentro de la incubadora puede provocar grandes problemas siendo la muerte embrionaria una de las mayores consecuencias. La muerte embrionaria puede ser a partir de los 18 días, en el caso que el embrión sea pequeño, llega a morir a los 3 días. Otras de las consecuencias por una temperatura demasiado alta en la incubación son:

- Incubación prematura, se adelanta el desarrollo embrionario
- Muerte en la cáscara
- Pavipollos pequeños, con deshidratación
- En su cuerpo puede provocar malformaciones en la cara, pico corto, ombligo con sangre, piernas estrechas o muy cortas, dedos encorvados y vísceras expuestas. (Smith, 2000)

Debido a una temperatura baja en la incubación al igual que teniendo temperaturas altas ocasiona muerte embrionaria, debido a que el embrión cuenta con una incubación tardía y puede no estar totalmente cerrado en la pared abdominal.

Entre otras consecuencias de una baja temperatura son:

- Llegan a tener residuos de albumen
- Cuerpo blando
- Mala posición a los 19 días
- Malformaciones en su cuerpo como piernas estrechas, miembros incompletos y articulaciones rotas.
- Plumas sin cañón y partes muy secas debajo de ellas
- Yemas largas o incompletas
- Embriones pequeños mueren a los 3 días y mueren antes de los 18 días. (Smith, 2000)

Se determinó que la temperatura de incubación durante las últimas etapas y necesidades del ave en los primeros días de vida están también relacionadas con la productividad. (Leksrisompong, 2009)

Algunos factores que llegan a ser un impacto en la uniformidad de la temperatura en la incubadora son:

- Ventilación incorrecta debido a un mal suministro del aire, presión y ajuste de compuertas
- Problemas de enfriamiento contando con válvulas pegajosas, temperaturas incorrectas y depósitos de minerales en las tuberías
- Mal calibración de temperatura y mal ángulo de volteo, la calibración de la incubadora se debe hacer cada 90 días para máquinas de etapas múltiples y cada que la incubadora termine su uso.

## **2.4.2 Humedad Relativa**

La humedad relativa (HR) es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra dada de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra. La humedad relativa es expresada en porcentaje.

Esta humedad tiene influencia en la incubación al momento de la eclosión, a mayor humedad relativa, más se prolonga la eclosión. La incubabilidad de los huevos depende en parte de la pérdida de peso del huevo entre el primer día de incubación, hasta el día 28. (Sttkeleather y Brake, 1990; ASHRAE, 2007; Martínez, 2007).

La función de la HR requiere un control estricto ya que ésta obtendrá una óptima tasa de eclosión y que el pavipollo cuente con un tamaño adecuado, ya que estos indicadores se ven afectados debido a la pérdida de peso que sufre el huevo en la incubación.

La humedad relativa durante el proceso de incubación de huevo de pavo real debe situarse entre los 50 y 55% dentro de la incubadora y de 75% en la nacedora, estos parámetros se miden con ayuda de un termómetro de bola húmeda o directamente con el higrómetro, según sea el modelo de la máquina. (Etches, 2006)

En el caso que la humedad sea alta, el embrión no se oxigena lo suficiente, produciendo asfixia o intoxicación al no poder eliminar dióxido de carbono, resultando retardo en el nacimiento, pavipollos grandes con abdomen abultado y blando al tacto.

Una de las consecuencias comúnmente vistas a causa de la humedad es ver al embrión pegado al cascarón. Entre otras características que se presentan por una alta humedad son: (Smith, 2000)

- Presencia de anemia en embrión de 6 a 11 días, observándose hipertrofia del corazón y color verdoso en el saco y membrana vitelina
- Cámara de aire reducida
- Reduce el porcentaje de eclosión
- Nacimientos tardíos
- Su cuerpo llega a ser blando y sus articulaciones de las extremidades llegan a ser rojas en pollitos incubados
- Anormalidades en la cara como pico corto
- Embriones incompletos

Presentando una humedad baja el huevo presenta deshidratación debido a que este pierde agua, provocando pavipollos pequeños, con aspecto reseco y áspero en el plumaje. (Quintana, 1988)

Por causa de una baja humedad también se pueden presentar características anormales como son:

- Embriones finalizados pero muertos en la cáscara
- Tendencia a ser delgados y rugosos

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente, lo que es imposible de evitar, no obstante, el régimen de humedad que se establezca ha de ir dirigido a disminuir la evaporación de agua de los huevos durante la primera semana de incubación y acelerarla a partir de la mitad de la incubación. La pérdida de agua por evaporación ocasiona también la pérdida de calor de los huevos. De esto se infiere que, en los primeros días de incubación resulta desventajosa una evaporación excesiva de agua, en tanto que, durante la segunda mitad de la incubación, la evaporación de agua es necesaria al contribuir a la eliminación del calor excesivo contenido en el huevo. (González, 2018, Incubación del huevo)

### 2.4.3 Volteo

Los huevos deben de ser volteados durante el proceso de incubación, esto evita que el embrión se adhiera a las membranas del huevo a causa de la pérdida de humedad que ocurre, de igual manera, impide que el embrión tenga una mala posición, ayudando a estimular su crecimiento y la utilización de la yema y albúmina.

La ausencia de volteo lleva aparejada la adherencia del embrión y las membranas embrionarias de la cáscara, a la yema u otras membranas, además de una mayor incidencia de mal posiciones. (Deeming, 1989; et al Pullet, 1991).

Un volteo inadecuado puede ocasionar:

- Embriones finalizados muertos en la cáscara
- Deshidratados
- Pavipollos atascados en la cáscara
- Malformaciones
- Pavipollos en mala posición, con patas alrededor de la cabeza
- Muerte embrionaria de 3 a 18 días de edad
- Incremento de la mortalidad temprana del embrión
- Incremento de la mortalidad tardía del embrión

Los huevos deben de ser volteados de dos a tres veces al día. (Bundy, 2001) Estos no deben de ser volteados a 360° ya que esto llega a provocar la ruptura del saco alantoideo y por consecuente muerte embrionaria. Para tener una incubación adecuada, los huevos deben ser volteados de la posición vertical a 45° de izquierda a derecha del punto central, evitando la rotación de 360°. (North y Bell 1994)

Este proceso debe repetirse al menos cuatro veces durante un periodo de 24 horas, (Berry, 2007) siendo un promedio de 24 volteos por día, con duración de 60 minutos por volteo.

La frecuencia de volteo mayor ocasiona la ruptura de la yema y de vasos sanguíneos, y por ende provoca la muerte del embrión.

No es recomendable voltear en círculo el huevo ya que a medida que el embrión se desarrolla y el calor que produce aumenta, el volteo no ayudará a regular el flujo de

aire y por lo tanto ocasionará enfriamiento al huevo. (Gómez et al., 2006; Cobb-Vantress, 2015; Quintana, 2016).

El volteo es una etapa primordial para el buen desempeño del propósito de incubación, ya que esto permite y favorece la formación de las membranas de la vesícula vitelina y de los vasos sanguíneos, en complemento con la provisión de nutrientes requeridos por los órganos extraembrionarios y de esta manera, eliminar el calor metabólico que se produce en el interior del huevo. (Sitio Avícola)

#### **2.4.4 Ventilación**

La ventilación es de mayor importancia durante el proceso de incubación ya que proporciona el oxígeno que el embrión va consumiendo y para eliminar CO<sub>2</sub>, el vapor de agua y exceso de temperatura que es producida en su interior; así mismo de lograr una correcta distribución del aire una vez llena la máquina y que todos los embriones alcancen la temperatura adecuada y, en consecuencia, también el aire tenga la misma humedad relativa en todo el volumen de la incubadora.

El nivel de ventilación debe ser suficiente para satisfacer las necesidades de respiración del embrión. Sin embargo, también es importante no ventilar en exceso ya que el aire fresco que entra en la incubadora es más fresco y seco en comparación al aire que hay dentro de la máquina sin puntos calientes y fríos locales.

(Nick French, Petersime, 2022)

Durante la primera semana de incubación, el embrión es particularmente sensible a un incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de la incubadora. En general, esta proporción de CO<sub>2</sub> no debe superar el 0.5%, admitiéndose hasta el 1% durante la eclosión. La falta de oxígeno también es crucial durante la última semana del desarrollo embrionario, provocando el agotamiento del embrión ya formado.

El pavipollo muere si no puede romper la cáscara. (Antonio Callejo Ramos, Manejo del huevo en la incubadora)

Al tener una ventilación inadecuada llega a tener repercusiones en la incubación del huevo, algunas de las consecuencias que llegan a presentar son: (Smith, 2000)

- Desarrollo anormal del pavipollo, con problemas como plumas sin cañón, yemas largas
- Puede no estar totalmente cerrado el pavipollo por la pared abdominal
- Muerte en la cáscara
- Pavipollos atascados o incubación prolongada
- Malformaciones en el cuerpo como, anomalías oculares, cerebro expuesto, cuerpo blanco, ombligooloroso
- Pavipollos letárgicos y débiles
- Muerte embrionaria de 3 a 6 días de incubación
- Muerte del embrión de 7 a 18 días de incubación.

Las funciones principales de la ventilación en el proceso de incubación es proporcionar aire fresco del exterior, a los embriones y mantener los niveles de oxígeno en la incubadora por encima del 20%. Teniendo una buena ventilación ayudará a expulsar el dióxido de carbono producido por los embriones y mantener el nivel del mismo siempre por debajo del 0.5%. Teniendo estos estándares en equilibrio, se obtendrán pavipollos de buena calidad. (Garnica y Martínez, 2011)



### III. METODOLOGIA

El día 6 de junio del 2022 a las 10 de la mañana en la granja avícola UAAAN se recibieron 41 huevos de pavo real, de la Universidad La Salle en Saltillo Coahuila, con la intención de continuar con el plan de la institución de preservar con la tradición de la cría de pavos con gran valor sentimental. Al momento de la recepción se procede con los manejos previos de gran importancia como temperamento, desinfección y colocación en las bandejas de incubación.



Figura 1. Ovoscopia de huevo infértil

Con el propósito de verificar fertilidad y la posibilidad de incubar, se realizó la 1er ovoscopia, a manera de referencia y tener antecedente en las condiciones en que se recibieron, identificando huevos contaminados del cascarón, así como diferente día de puesta y diferente edad de las hembras reproductoras, y contar con machos jóvenes de primer año y machos de mayor edad, obteniendo un total de 30 huevos viables y 11 huevos de desecho dando como resultado 8 infértiles y 3 fisurados

Al cuarto día de recepción del huevo con los manejos adecuado de temperatura y sanidad se llevó a cabo la 2da ovoscopia, el día 10 de junio, pesando, enumerando y clasificando por edad en días de puesta, teniendo como fin de observar su desarrollo embrionario día a día, tomando datos claves del comportamiento de la incubadora como volteo, ventilación humedad relativa y temperatura.



Figura 2. Pesaje de huevos

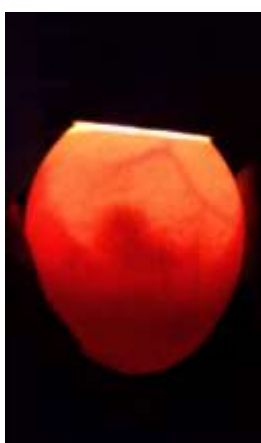
Para dar cumplimiento con las medidas de bioseguridad pasamos al lavado y desinfectado, para contrarrestar agentes infecciosos que nos puedan traer problemas de sanidad del huevo en la incubadora, para continuar con la investigación se calibra temperatura interior de 37°C a 38°C con 50% a 55% de Humedad relativa, con la programación de 8 volteos diarios cada 3 horas, valorando la temperatura de acuerdo al comportamiento diario de la incubadora y cumplir con las condiciones óptimas de incubación.

A partir del día 11 de junio iniciamos la incubación con la toma de datos y monitoreo día a día de la temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación observando el comportamiento día a día de los huevos de pavo real.

DIA 11 DE JUNIO	
TEMPERATURA	38°
HUMEDAD RELATIVA	50%

Cuadro 1. Parámetros primer día de incubación

Nota: La ventilación y el volteo se van observando según el comportamiento diario de la incubadora.



El día 22 de junio en la tercera ovoscopia resultando 15 huevos viables, 4 huevos infértiles, 3 huevos contaminados y 8 por muerte embrionaria.

Figura 3. Comparativa de huevo infértil y huevo fértil

DIA 22 DE JUNIO	
TEMPERATURA	37°
HUMEDAD RELATIVA	54%

*Cuadro 2. Monitoreo de parámetros durante la tercera ovoscopia*

Nota: La ventilación se fue midiendo de acuerdo con la humedad relativa y temperatura y el volteo se realiza ocho veces al día cada 3 horas hasta el día 25 de incubación.

El 4 de julio una cuarta y última ovoscopia presentando 3 pavipollos por muerte embrionaria tardía aproximada de 15 a 20 días de edad, 3 huevos bomba, y por último 9 huevos viables traspasando los huevos de pavo a la nacedora el 7 julio y los nacimientos el viernes 10 de julio.

DIA 4 DE JULIO	
TEMPERATURA	36.5°
HUMEDAD RELATIVA	54%

*Cuadro 3. Monitoreo de parámetros durante la cuarta ovoscopia*

Nota: La ventilación se fue midiendo de acuerdo con la humedad relativa y temperatura y el volteo se realiza ocho veces al día cada 3 horas hasta el día 25 de incubación.



Figura 4. Huevos contaminados

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Como dato importante de los 41 huevos recibidos de pavo real dieron como resultado 9 fértiles, 12 huevos infértiles, 6 contaminados, 11 con muerte embrionaria, y 3 huevos fisurados.

RESULTADO DE LOS 41 HUEVOS				
FERTILES	INFERTILES	CONTAMINADOS	MUERTE EMBRIONARIA	FISURADOS
9	12	6	11	3

*Cuadro 4. Resultado de ovoscopias.*

De gran importancia la ovoscopia, nos ayuda a identificar el desarrollo embrionario y en el estado que se encuentra el embrión, para esto es necesario utilizar el ovoscopio, permite observar si el huevo es fértil o presenta alguna característica para no incubar, Cuando los huevos son inspeccionados y antes de su traslado a la nacedora, se debe esperar encontrar un número reducido de embriones afectados.

De la misma manera el manejo de la incubadora es extremadamente compleja y delicada, y la función es el mantener en zona de confort al embrión, por lo cual su dificultad aumenta a través del tiempo de incubación, de igual importancia los factores tales como la temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación. Juegan un papel significativo en el crecimiento y desarrollo del pavipollo.

Si buscamos datos sobre la influencia de la temperatura de la incubadora sobre la etapa inicial de desarrollo, casi seguramente volveremos al libro "Patogénesis del Embrión Aviario" de Romanoff y Romanoff (1972). Estos investigadores incomparables demostraron que pequeños desvíos de la temperatura ideal, definida por Romanoff como 37.5°C, tienen efectos significativos sobre el crecimiento del embrión y de las membranas extra-embrionarias.

Como se describe en literatura y la practica la temperatura primordial es de 37°C a 38°C nos asegura un desarrollo sin dificultad y por lo tanto altos nacimientos.

Antonio Callejo Ramos menciona que es primordial el control de la Humedad Relativa, ya que conseguir la ventilación y temperatura deseadas repercute directamente sobre la humedad del huevo, del embrión y de sus membranas y anejos. La HR en la nacedora ha de ser superior a la de la incubadora, de 55-60%. Una de las causas más frecuentes de mortalidad embrionaria tardía y/o nacimientos problemáticos es la deshidratación del embrión y de las membranas de la cáscara. Esto dificulta de forma considerable la eclosión y la vitalidad del pollito durante las primeras horas de vida ya que éste puede llegar a agotarse si encuentra una resistencia excesiva al romper las membranas del huevo (de la cáscara) durante la eclosión. Al producirse la eclosión la humedad aumentará de forma espontánea en el interior de la máquina, llegando a alcanzar hasta el 90% y el sistema de humidificación de la hacedora ha de mantener unos niveles cercanos al 75-80% hasta el momento de sacar los pollitos.

El mal manejo de la humedad relativa sin duda alguna afectara la incubación por lo tanto es frecuente la mortandad embrionaria tardía y eso dificulta la eclosión y si llega a nacer su actividad y rendimiento físico baja.

El Dr. Wineland menciona que el volteo del huevo es importante para completar la formación de las membranas de la vesícula vitelina y de los vasos sanguíneos, así como para suministrar nutrientes a los órganos extraembrionarios y para eliminar el calor metabólico.

En sistemas de incubación de etapa múltiple, el volteo de huevos ayuda a transferir el calor de los embriones mayores a los más jóvenes. Esto requiere un flujo de aire consistente dentro de toda la máquina.

Además, se sabe que el volteo del huevo afecta la formación de líquido subembrionario. El agua del albumen se mueve hacia la yema, ocasionando la división en fases lipídicas y acuosas, un proceso esencial para el desarrollo embrionario y que afecta la eclosión, especialmente por medio de la mortalidad embrionaria temprana.

El Dr. Wineland demostró que el volteo del huevo es esencial durante los primeros 12 días de incubación, y particularmente para la primera semana.

Berry (2007) menciona que este proceso debe repetirse al menos cuatro veces durante un periodo de 24 horas, siendo un promedio de 24 volteos por día, con duración de 60 minutos por volteo.

Las frecuencias de volteo mayor de los permitidos ocasionan la ruptura de la yema y de vasos sanguíneos, y por ende provoca la muerte del embrión

Dado que, al parecer, las concentraciones normales de oxígeno y CO representan el entorno gaseoso óptimo para incubación de huevos, Austin y Malden (1994) mencionan que no se requieren medidas especiales de control de estos gases en las incubadoras, aparte de una circulación adecuada de aire fresco a temperatura y humedad apropiadas.

Como se menciona en la guía de manejo de incubación Cobb, las incubadoras normalmente extraen aire fresco de la habitación o aire fresco del plenum donde se encuentran ubicados. Este aire fresco suministra oxígeno y humedad para mantener la humedad relativa correcta. El aire que va saliendo de la incubadora remueve el CO<sub>2</sub>, la humedad y el exceso de calor producido por los huevos. El suministro de aire hacia la sala de incubación debe ser de 5 a 8 pcm (8.5 a 13.52 m<sup>3</sup>/hr) por 1000 huevos. (Véase la tabla de Configuraciones de Ventilación de las Incubadoras; sección 14.2). La mayoría de las incubadoras tienen una fuente de humedad que puede variar los niveles de humedad relativa. El aire fresco suministra relativamente poca humedad, para reducir la carga del sistema de humidificación interno el aire que entra a las máquinas es pre-humedecido para que coincida con la humedad interna relativa.

<b>OVOSCOPIAS</b>				
Huevo	Ovoscofia 1	Ovoscofia 2	Ovoscofia 3	Ovoscofia 4
Fértiles	30	30	15	9
Infértiles	8	--	4	--
Contaminados	--	--	3	3
Fisurados	3	--	--	--
Muerte embrionaria	--	--	8	3
Total huevos fértiles	30	30	15	9
Total de huevo en desecho	11	--	15	6

*Cuadro 5. Ovoscopias*

Nota: tabla descriptiva del total de los 41 huevos recibidos.

## **V. CONCLUSIÓN**

Es necesario que en el periodo de incubación del huevo de pavo real su temperatura optima sea el adecuado de 38° C, acompañado del volteo cada 3 horas contabilizando 8 en total, y al mismo tiempo la ventilación propia de acuerdo a la incubadora y cabe mencionar que la humedad relativa es un factor que debe de ser estrictamente el adecuado, si no se cumplen las especificaciones tendremos consecuencias fatales al final del periodo de incubación, y por lo tanto mayor muerte embrionaria, con un 50 – 55% en la incubadora y de 70% en nacedora, podemos concluir que el buen manejo de los factores de la temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación darán buenos resultados, y cabe mencionar que se le puede dar seguimiento a este estudio comparativo ya que se tiene las bases para seguir desarrollando diferentes parámetros dentro del proceso de incubación del pavipollo.



## VI. CITAS BIBLIOGRAFICAS

Alba, J. (1994). Reproducción animal. México, D.F.: La Prensa Médica Mexicana.

Antonio Callejo Ramos, Manejo del huevo en la incubadora.

[http://ocw.upm.es/pluginfile.php/449/mod\\_label/intro/Tema\\_07\\_72\\_Manejo\\_del\\_huevo\\_en\\_la\\_incubadora.pdf](http://ocw.upm.es/pluginfile.php/449/mod_label/intro/Tema_07_72_Manejo_del_huevo_en_la_incubadora.pdf)

Antonio Callejo, El huevo fértil y su incubación. Dpto. Producción Animal, EUIT Agrícola – UPM.

<https://xdoc.mx/preview/el-huevo-fertil-y-su-incubacion-602a0230dac4b>

Aviagen. 2019. consejos para la incubadora 4, bm editores

publicado inicialmente en la revista international hatchery practica disponible en:

<https://bmeditores.mx/avicultura/consejos-para-la-incubadora-iv-2522/>

Aviagen. 2020.consejos para la incubadora. disponible en [www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)

[https://es.aviagen.com/assets/tech\\_center/bb\\_foreign\\_language\\_docs/spanish\\_techdocs/hatcherytips-es.pdf](https://es.aviagen.com/assets/tech_center/bb_foreign_language_docs/spanish_techdocs/hatcherytips-es.pdf)

Bonilla, O. y Díaz, O. (1988). Elementos básicos para el manejo de animales de granja: Módulo de aves. San José, C.R.: EUNED

Buxadé, C. y Blanco, P. (1995). Avicultura clásica y complementaria. España: Mundi-prensa

Cobb 2008. guía de manejo de la incubadora. disponible en: [cobb-vantress.com](http://cobb-vantress.com) 11. cuca, g. m. (2004).

<http://www.huevosperu.com/incubacion.pdf>

Decuyper e, michels h. 1992. incubation temperature as a management tool. a review. world's poultry science journal.48:28-38.

<https://doi.org/10.1079/wps19920004>

Echeverria, J (2006). Comunicación personal con productor de codornices, faisanes y otras aves. Inedita. Puntarenas, C.R.

[https://multimedia.uned.ac.cr/pem/manejo\\_animales\\_granja/documentos/modulo\\_pavo.pdf](https://multimedia.uned.ac.cr/pem/manejo_animales_granja/documentos/modulo_pavo.pdf)

Espinoza, A; La fauna silvestre y exótica como recurso pecuario. Tesis de licenciatura FMVZ UNAM 1981, México.

Fowler, E. 2011. "Pavo cristatus" (On-line), Animal Diversity Web  
[https://animaldiversity.org/accounts/Pavo\\_cristatus/](https://animaldiversity.org/accounts/Pavo_cristatus/)

Franklin, I . escobar, v.2018. impacto de dos temperaturas de incubación. arbor acres® x ross.  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6348/1/cpa-2018-t058.pdf>

Garzon Cardona, Sinia Mariel, 2009. Evidencia de Embriodiagnosis.  
<http://easybreeding.blogspot.com/2009/06/evidencia-de-embriodiagnosis.html>

Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita y R. A. Medellín. 2005. Pavo cristatus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Pavocristatus00.pdf>

Kattan, m, r.2018. análisis comparativo de la pérdida de humedad en huevos, durante su incubación, utilizando dos niveles de humedad, en una planta de incubación comercial.(tesis de licenciatura, universidad de san carlos de guatemala).  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/10489/1/tesis%20med%20vet%20r%c3%a9nee%20alejandra%20moctezuma%20kattan.pdf>

Rodríguez-Cruz, A., Quijano-Castillo, C. I., Hernández-Bautista, G., Vázquez-Hernández, O. O., & Vélez-Díaz, D. 2018. Control de temperatura para incubación de huevos. XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan, 6(11).  
<http://uaeh.edu.mx>

Santibáñez Escobar Jose de Jesús Jaime 1994. Manual sobre la cría y explotación del pavo real. Tesis (Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad de Guadalajara. CUCBA, División de Cs. Veterinarias.  
<http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3521>

Unión nacional de avicultores. <https://una.org.mx/>

## VII. ANEXOS

Cuadro 4. Control de parámetros durante el periodo de incubación

FECHA	TEMPERATURA ( C )			HUMEDAD RELATIVA
	INT	EXT	INC	
11/JUN/22	25.4°	26.2°	38.0°	50%
12/JUN/22	25.1°	25.7°	38.6°	50%
13/JUN/22	23.4°	26.3°	37.0°	49%
14/JUN/22	27.2°	27.7°	36.2°	51%
15/JUN/22	27.2°	28.0°	37.0°	50%
16/JUN/22	27.6°	28.2°	38.1°	50%
17/JUN/22	25.9°	29.6°	37.0°	51%
18/JUN/22	27.3°	28.0°	38.0°	57%
19/JUN/22	25.1°	27.5°	27.9°	58%
20/JUN/22	23.4°	26.2°	38.0°	54%
21/JUN/22	25.1°	31.7°	37.0°	52%
22/JUN/22	25.9°	29.3°	37.0°	59%
23/JUN/22	27°.	29.0°	38.1°	57%
24/JUN/22	25.0°	31.3°	37.0°	54%
25/JUN/22	26.1°	28.3°	37.0°	54%
26/JUN/22	27.2°	27.8°	37.4°	58%
27/JUN/22	24.6°	26.3°	37.0°	58%
28/JUN/22	26.5°	26.4°	37.2°	71%

29/JUN/22	24.8°	28.7°	37.0°	56%
30/JUN/22	27.1°	25.8°	37.5°	56%
1/JUL/22	23.8°	25.7°	37.5°	57%
2/JUL/22	28.2°	27.2°	37.0°	56%
3/JUL/22	26.4°	26.9°	38.1°	58%
4/JUL/22	23.6°	28.6°	36.5°	54%
5/JUL/22	26.9°	29.7°	36.5°	55%
6/JUL/22	26.0°	29.5°	36.6°	56%
7/JUL/22	25.4°	31.5°	36.4°	56%
8/JUL/22	27.1°	29.2°	37.0°	58%