

UNIVERSIDAD METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Informe final de Servicio Social Legal:

“Incubación artificial para huevo de diferentes especies de aves”

Prestador del servicio social:

Olvera Jiménez Circe Aline

Matricula: 2172029366

Asesores:

INTERNO

Dr. José Antonio Herrera Barragán
N.E.:25416

EXTERNO

Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis
N.E.: 34271

Lugar de Realización:

Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. Laboratorio de Fisiología-
Proyecto Emergente UAMX.

Fecha de inicio y término:

Del 09 de enero al 09 de julio de 2023

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	3
2.1. TIPOS DE INCUBADORAS Y SUS CARACTERÍSTICAS	3
2.2. INCUBACIÓN AVÍCOLA ARTIFICIAL	3
2.3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA EFICIENCIA DE LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL	4
2.3.1. TEMPERATURA.....	4
2.3.2. HUMEDAD.....	5
2.3.3. VENTILACIÓN	6
2.3.4. VOLTEO	6
2.4. EL HUEVO.....	7
2.5. DESARROLLO EMBRIONARIO	7
2.6. MALPOSICIONES AL NACER	8
3. OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
4. MATERIALES Y METODOS	11
4.1. CAPACITACIÓN	11
4.2. TRABAJO DE CAMPO	11
4.2.1. INCUBACIÓN.....	12
ACTIVIDADES REALIZADAS	16
METAS ALCANZADAS	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
CONCLUSIÓN	21
RECOMENDACIONES.....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA	21
ANEXOS	23

1. INTRODUCCIÓN.

La incubación artificial aviar es un método que busca conseguir las condiciones óptimas del medio para el correcto desarrollo de los embriones. Esta práctica, popular en la industria avícola es cada vez más requerida como auxiliar en la conservación de especies ovíparas debido a que las prácticas industriales, agrícolas y agrarias, así como el cambio en el medio natural, han ocasionado dificultades en la proliferación de especies silvestres (Farías, H. I 2020).

Para alcanzar el éxito en la incubación artificial, es sustancial la buena salud física y mental de las aves progenitoras, así mismo, se debe contar con la infraestructura necesaria y dominar su correcto uso; pero más importante, se debe disponer del conocimiento propio de la especie, así como la temperatura, humedad, ventilación, frecuencia de volteo ideales para su desarrollo embrionario (Castilla, E. y Mendoza, J. 2014).

2. ANTECEDENTES

2.1. TIPOS DE INCUBADORAS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Según Gualpa (2022), una incubadora no es solo aquel instrumento que genera calor; más bien, es aquel que puede generar condiciones óptimas para el desarrollo de los embriones, y, según los requerimientos, existen diferentes tipos de incubadoras:

- Pequeñas: La capacidad es reducida, teniendo un máximo de 20 huevos. Ideal para producciones de traspatio.
- Industriales: Usadas en la producción masiva con capacidad de hasta 5000 huevos. Estas pueden ser manuales o digitales.
- Comerciales horizontales: Organizadas en secciones con bandejas a la misma altura. Capacidad desde 50 hasta 500 huevos.
- Comerciales verticales: Organizadas en gabinete, posicionando las bandejas unas sobre otras.
- Multi-etapa: Puede incubar huevos de diferentes lotes al mismo tiempo.
- Una sola etapa: Capaces de albergar únicamente huevos de un solo lote, para una sola fecha de nacimiento.

2.2. INCUBACIÓN AVÍCOLA ARTIFICIAL

Animales ovíparos, entre ellos las aves, se sientan sobre sus huevos, lo que se llama incubación para poder conseguir condiciones óptimas para el desarrollo de los polluelos (Vargan-Hidalgo *et al.*, 2021). La incubación avícola artificial es común en aves de producción, sin embargo, el uso en ejemplares de alta estima es cada vez más frecuente. El objetivo de la incubación artificial es proveer mediante la sustitución de los progenitores a través de un equipo, condiciones idóneas (temperatura, humedad relativa, ventilación y volteo) para el correcto desarrollo

embrionario y mayor nacimiento de polluelos posibles (Castilla, E. y Mendoza, J. 2014).

Para esto, es esencial contar con aves progenitoras que gocen de buena salud física y mental con la finalidad de aumentar la cantidad de huevos fértiles aptos para la incubación. Además, las incubadoras, independientemente del modelo, deben ser colocadas en ambientes controlados, con buena temperatura (15° a 20° centígrados), buena ventilación (sin corrientes de aire) y debe ser conectada de 2 a 3 horas antes de ser usada para poder lograr estabilizar la temperatura interior (Herrera, J. *et al.*, 2013; Álvarez, C. 2007; Pérez, Z. 2003).

2.3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA EFICIENCIA DE LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL

2.3.1. TEMPERATURA

Es quizá el parámetro más importante en el proceso de incubación. La temperatura de almacenamiento, es decir, antes de pasar los huevos seleccionados a la incubadora, es de 12.5°C aproximadamente, con la finalidad de detener el desarrollo embrionario hasta que puedan estar en las incubadoras con todas las condiciones óptimas (Jara, C. 2019). El calentamiento de los huevos ocurre por transferencia de calor entre ellos y el aire. Se estipula que la temperatura para la incubación va de 35° a 40° centígrados, siendo la ideal 37.7°C, sin embargo, esta irá cambiando según el día de incubación pudiendo variar 1°C sin que haya alteraciones importantes, por otro lado, altas o bajas temperaturas sin controlar pueden ocasionar ciertas alteraciones en los polluelos (Castilla, E. y Mendoza, J. 2014; Herrera, J. *et al* 2013; Álvarez, C. 2007; Medrano. L y Vélez, V. 2018):

- TEMPERATURAS ALTAS: Mayor peso en la yema residual, nacimientos precoces, pollitos pegados, posiciones anormales, ombligos sin cicatrizar, pollitos sin ojos y/o con dedos torcidos, aumento de mortalidad (>40°C), mayor probabilidad de desarrollo de corazones, ventrículos e intestinos delgados más grandes de lo normal.
- TEMPERATURAS BAJAS: Nacimientos tardíos, mayor mortalidad en los primeros 4 días.
- TEMPERATURAS INESTABLES: Polluelos cojos.

Al inicio de la incubación el metabolismo de los embriones depende directamente de la temperatura exterior, por lo que, si la temperatura aumenta, se favorece la multiplicación celular y la formación de las diferentes capas y membranas embrionarias (alantoides, corion, amnios y el saco vitelino) (Castilla, E. y Mendoza, J. 2014). Cuando la incubadora es multi-etapa, se recomienda que la temperatura sea constante, sin embargo, si se trata de incubadoras de una sola etapa, la

temperatura se irá disminuyendo hasta llegar a la etapa de transferencia (Medrano, L. y Vélez, V. 2018).

De acuerdo al manual de la incubadora Mini Advance BRINSEA los rangos de temperatura y días de incubación para diferentes especies son los siguientes:

- Gallinas: 37.4-37.7°C / 21 días
- Faisán: 37.6-37.8°C / 23-27 días
- Loros *Amazonas*: 36.8-37.0°C / 24-29 días
- Guacamayas: 36.8-37.0°C / 26-28 días

2.3.2. HUMEDAD

En el sistema de incubación artificial, la humedad se obtiene por la evaporación del agua posicionada en bandejas en el fondo de la incubadora. Según Pérez (2003) la humedad ideal en aves de engorde es del 50-60% los primeros 17 días, aumentando a 65% los últimos 3-4 días, sin embargo, Herrera, *et al* (2013) mencionan que este parámetro variará según la especie, habiendo un promedio entre el 40 y 70%, siendo 55% el idóneo al inicio de la incubación, aumentando a un 70% en los últimos 3 días, lo que facilita el reblandecimiento de las membranas de la cáscara para su fácil rompimiento en la eclosión (Álvarez, C. 2007; Castilla, E., 2014) .

La humedad controla además la pérdida de peso de los huevos, llegando a perder entre un 12 y un 15% desde el inicio del proceso hasta el nacimiento (Castilla, E., 2014).

Al igual que con la temperatura, la humedad sugerida por el manual de la incubadora Mini Advance BRINSEA según la especie es:

- Aves de corral: 40-50% Humedad Relativa
- Aves acuáticas: 45-55% Humedad Relativa
- Loros: 35-45% Humedad Relativa
- Al nacimiento: 65% Humedad Relativa

Un mal control de la humedad conlleva a ciertos problemas, tales como:

- HUMEDAD ALTA: Pollitos viscosos, blandos y débiles.
- HUMEDAD DEFICIENTE: huevos picados con embriones muertos dentro, pollitos anormales, débiles y/o pequeños, pollitos con dedos curvos y patas desviadas y pollitos adheridos al cascarón del huevo.

Cabe resaltar que se debe tener en cuenta la altitud del sitio donde se incuban de forma artificial los huevos, puesto que, en lugares con gran altitud, la temperatura y

humedad ideales variarán ya que la presión atmosférica es más baja, mientras que la evaporación es mayor y la cantidad de oxígeno disponible en el aire es menor (Pérez, Z., 2003).

2.3.3. VENTILACIÓN

Se logra mediante ventiladores que circulan y renuevan el aire para poder eliminar el agua y dióxido de carbono transpirados por los huevos, recirculando oxígeno, manteniendo un mínimo de 21-22% para la correcta respiración de los embriones, además, funciona como método de homogenización de temperatura y humedad (Álvarez, P. C. 2007; Pérez, E. Z. 2003; Herrera, B. J. *et al* 2013).

2.3.4. VOLTEO

El volteo de los huevos mejora el aprovechamiento del oxígeno permitiendo el buen desarrollo de los embriones en los primeros 18 días (Castilla, M. E y Mendoza G. J. 2014). Según Rodríguez-Moya, *et al* (2017), el movimiento de los huevos impide que los embriones se adhieran a las membranas, especialmente durante los primeros 6 días debido a que, a partir de ahí, el embrión comienza a hacer movimientos voluntarios; por otro lado, Quintana (2016) menciona que, de forma artificial, los huevos se colocan con la parte ancha hacia arriba, rotando a lo largo de su eje, además, se inclinan 45° respecto al eje vertical, colocándose después en los 45° contrarios, de hacerse en un solo sentido, se corre el riesgo de romper los vasos sanguíneos.

Algunos factores importantes en la incubación son (Quintana, J., 2016):

- Frecuencia de volteo
- Orientación/Posición del huevo
- Eje de rotación
- Ángulo de volteo
- Planes de rotación

De forma manual, los huevos deben tener 3 volteos al día mínimo, de forma automática son recomendables hasta 96 volteos por día; se recomienda realizar el volteo en 3 periodos, el primero del día 1-3, el segundo del día 4-7 y el último en la segunda semana siendo éste el más importante debido al aumento de los latidos del corazón (Quintana, J., 2016).

2.4. EL HUEVO

Anteriormente se menciona la importancia de aves progenitoras, equipo de incubación y los parámetros, pero el factor más relevante es el huevo. Saber seleccionar los huevos fértiles incubables es esencial para el éxito reproductivo. Para realizar este proceso, se puede usar la ovoscopia como examen auxiliar. Se deben evaluar los siguientes parámetros (Quintana J., 2016):

- **Tamaño:** Variará según la especie, sin embargo, se pueden diferenciar huevos pequeños, que tendrán mayores complicaciones en el desarrollo embrionario resultando en pollitos débiles y pequeños; huevos muy grandes, que son difíciles de incubar, ya que presentan mayor riesgo de deshidratación por tener un cascarón más delgado de lo normal, aumentando la conductividad de los gases.
- **Formas atípicas, así como roturas y/o fisuras:** Ocasionan que no se logre el nacimiento del polluelo o que el huevo explote.
- **Limpieza del huevo:** Huevos que se hayan puesto en el suelo o estén contaminados con materia fecal deben ser desechados o bien sometidos a un proceso de limpieza especial ya que la suciedad puede obstruir los poros del cascaron evitando la oxigenación de los embriones.
- **Etapa del ciclo de postura:** La incubabilidad de los huevos variará conforme pasa el ciclo reproductivo. Al inicio del ciclo, el huevo y su yema serán más pequeñas, además serán comunes las formas atípicas del huevo y menor probabilidad de que éstos sean fértiles. Por otro lado, al final del ciclo la calidad del huevo será mala debido al agotamiento fisiológico de la progenitora.

2.5. DESARROLLO EMBRIONARIO

Según Castilla y Mendoza (2014) la posición del embrión tras el paso del tiempo ocurre de la siguiente manera:

- Entre las 36-48 horas de incubación el embrión descansa de forma transversal sobre la yema a lo largo del eje menor del huevo.
- Alrededor del 5to día, el embrión se posiciona cerca de la cámara de aire. En este punto, la cabeza del embrión se separó de la yema.
- En el 11vo día el cuerpo del embrión pesa más que su cabeza, provocando un giro hacia la izquierda haciendo que el cuerpo descienda hacia el polo fino del huevo.
- Al 14vo día el cuerpo ya se sitúa a lo largo del eje mayor del huevo con la cabeza hacia el polo grueso siendo esta la posición ideal para su eclosión.

2.6. MALPOSICIONES AL NACER

Existen 7 tipos de posiciones que puede tomar el embrión al momento de nacer, sin embargo, solo 1 se considera normal (Quintana, J., 2016):

Posición normal

El embrión tiene la cabeza debajo del ala derecha, orientando el pico hacia el polo romo del huevo, donde se encuentra la cámara de aire, esto evita la adherencia de la membrana testácea interna en la cabeza, permitiendo un mayor rango de movimiento, facilitando la respiración pulmonar; así mismo, la columna se encuentra paralela al eje longitudinal, dejando libres las patas para realizar empuje y favorecer la eclosión (Fig. 1).

Posición anormal 1. Cabeza entre los muslos

Esta posición es normal en embriones que no han completado su incubación, alrededor de los 18 días. Suele ser una posición letal puesto que no permite la ruptura de la cámara de aire y la posterior respiración pulmonar. Está presente en embriones con retraso del crecimiento (Fig. 2).

Posición anormal 2. Cabeza en el polo agudo del huevo

Es una posición común en huevos que fueron incubados de forma vertical con el polo romo hacia abajo, es decir, al revés, pero también es común en huevos redondos o en aquellos que fueron expuestos a temperaturas elevadas o que tuvieron un ángulo de volteo deficiente. Se identifican en la necropsia por presentar los tarsos, saco vitelino y ombligo inmediatamente visibles. Representa el 10% de las mal posiciones debido a que puede corregirse la posición del huevo en la incubación, máximo hasta los 8 días (Fig. 3).

Posición anormal 3. Cabeza debajo/encima del ala izquierda

Es más común en huevos incubados verticalmente. Similar a la posición correcta, sin embargo, reduce 20% el éxito de eclosión (Fig. 4).

Posición anormal 4. Pico lejos de la cámara de aire

Mayormente encontrado en huevos incubados de forma horizontal. Tiene el 100% de letalidad puesto que el embrión no es capaz de empezar la respiración pulmonar, y, por ende, la oxigenación del cuerpo (Fig. 5).

Posición anormal 5. Patas sobre la cabeza

Una o ambas patas quedan atoradas entre la cabeza y el cascarón, impidiendo el movimiento de la cabeza para romper la cámara de aire y respirar. Representa el 20% del total de las mal posiciones (Fig. 6).

Posición anormal 6. Pico sobre ala derecha

Es la mal posición más reportada, considerada una variante de la posición normal, ya que la mayoría de los embriones con esta posición logran nacer (Fig. 7). Sin embargo, esta posición puede indicar que durante la incubación hubo estrés por calor.



Fig. 1.- Posición normal del embrión antes de eclosionar.

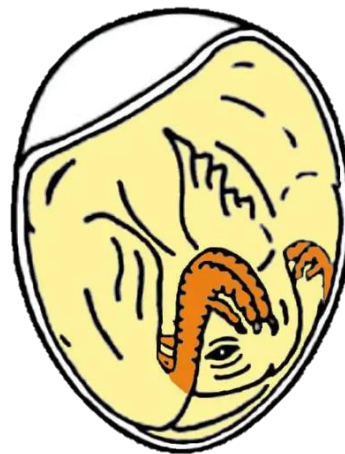


Fig. 2.-Mal posición 1. Cabeza entre los muslos.



Fig. 3.-Mal posición 2. Cabeza en el polo agudo del huevo

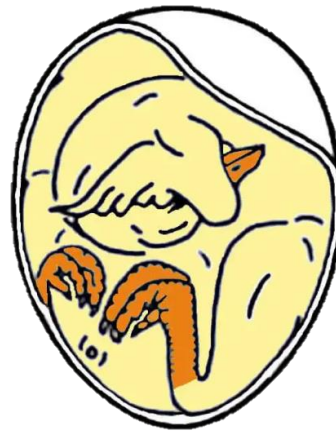


Fig. 4.- Mal posición 3. Cabeza debajo/encima del ala izquierda

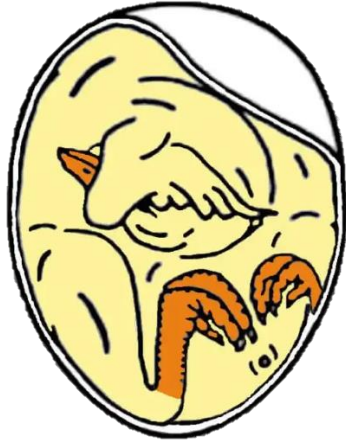


Fig. 5.- Mal posición 4. Cabeza lejos de la cámara de aire.

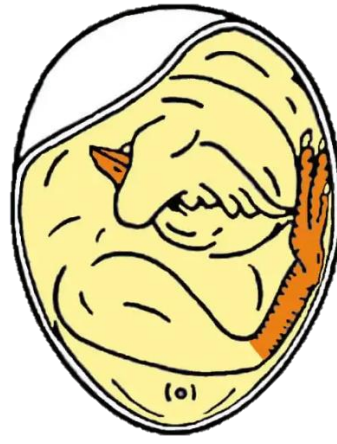


Fig. 6.- Mal posición 5. Patas sobre la cabeza



Fig. 7.- Mal posición 6. Pico sobre el ala derecha.

3. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar información específica para la incubación de huevo de diferentes especies de aves bajo cuidado humano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los parámetros relevantes para la incubación artificial.
- Describir las características de diferentes equipos de incubación artificial.
- Enunciar el protocolo de incubación adecuado para diferentes especies.
- Realizar una tabla de especificaciones para diferentes especies.
- Elaborar un reporte final.

4. MATERIALES Y METODOS

Para el cumplimiento de objetivos y metas, se consultaron librerías digitales/bases de datos como:

- PUBMED. Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- REDALYC. Sistema de Información Científica Redalyc. Red de Revistas Científicas.<https://www.redalyc.org/>
- BIDIUAM. Biblioteca digital, Recursos Digitales de Información. <https://bidi.uam.mx/index.html>.
- Google Académico. https://scholar.google.com.mx/schhp?hl=es&as_sdt=0,5

Así mismo, se consultaron los manuales de los equipos para incubación artificial que se encuentren mayormente actualizados.

4.1. CAPACITACIÓN

En las instalaciones de la UAM-Xochimilco, realicé prácticas de calibración de dos tipos de incubadoras, así como el manejo de ejemplares de Periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*) para la obtención de semen y su evaluación, congelación y posterior uso en la inseminación artificial.

4.2. TRABAJO DE CAMPO

Los conocimientos adquiridos durante la capacitación los puse en práctica en el Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro ZooMAT, ubicado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México (Fig. 8 y 9), dónde realicé una estancia de 3 meses (15 de febrero al 15 de mayo del 2023), participando en actividades como: incubación de huevos de aves de diferentes especies: Patos de alas blanca (*Cairina moschata*), Pavón (*Oreophasis derbianus*) y Pavo común (*Meleagris gallopavo*); además realicé embriodiagnósis, inseminación artificial en Águila tirana (*Spizaetus tyrannus*), Águila de penacho (*Spizaetus ornatus*) y Pavón (*Oreophasis derbianus*), monitoreo de conductas reproductivas de Quetzal mesoamericano (*Pharomachrus mocinno*) y apoyo en las labores diarias de la clínica veterinaria de aves.



Fig. 8.- Localización de Chiapas en México



Fig. 9.- Logo del ZooMAT

4.2.1. INCUBACIÓN

Se incubó un total de 5 huevos de diferentes especies, 2 de Pato de alas blancas, 2 de Pavo y 1 de Pavón; el proceso fue el siguiente:

Preparación del equipo

Para evitar la contaminación de los huevos, antes de usar el equipo se lavó y desinfectó con Soluvel®. Posteriormente se hizo el armado y calibrado del equipo siguiendo las especificaciones para la especie, en este caso, se configuró a 37.5°C con el 45% de humedad, 4 en volteo y modificando la ventilación de forma manual de acuerdo a lo sugerido por el manual de la incubadora 20 Octagon de Brinsea (Fig. 10 y 11). La incubadora se dejó funcionando vacía un día para que se estabilizaran los parámetros.



Fig 10.- Armado de incubadora



Fig 11. -Incubadora Octagon 20

Identificación de nido y colecta de huevos

En el caso de los huevos de pato de alas blancas y pavo, se visitaron los recintos en la zona de abastos y baterías respectivamente en busca del nido, del cual se seleccionaron 2 huevos de cada especie (Fig. 12 y 13), que fueron colectados con guantes (Fig. 14), y transportados en contenedores plásticos con una cama de algodón para proteger su integridad (Fig. 15). Por otro lado, el huevo de pavón fue transportado por los mantenedores del área hacia el cuarto de incubación.



Fig.- 12. Nido de Pato de alas blancas



Fig.- 13. Nido de Pavo común.



Fig.- 14. Colecta de huevos de Pavo común



Fig.- 15. Transporte de huevos de Pato de alas blancas

Procesado de los huevos

Una vez que los huevos se tenían en la sala de incubación, se procedió a tomar medidas de su longitud y su ancho con un vernier (Fig. 16 y 17); se pesaron con una báscula digital (Fig. 18) y por último se les realizó una ovoscopia para evaluar la integridad del cascarón, descartar contaminación del huevo (Fig. 19), y hacer el marcaje de la cámara de aire (Fig. 20). Al finalizar, se ingresaron los huevos a la incubadora (Fig. 21). Cabe recalcar que durante toda la incubación se llevó un

monitoreo de la temperatura y humedad tanto de la incubadora como del cuarto de incubación (Anexo 2 y 3).

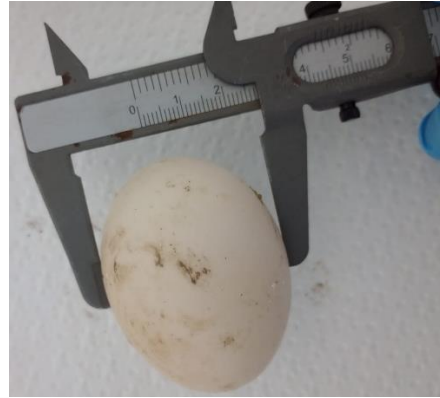
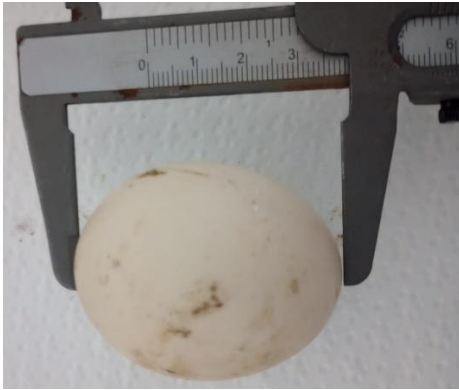


Fig.-16. Medición de longitud de huevo de pato de alas blancas Fig. -17. Medición de ancho de huevo de pato de alas blancas

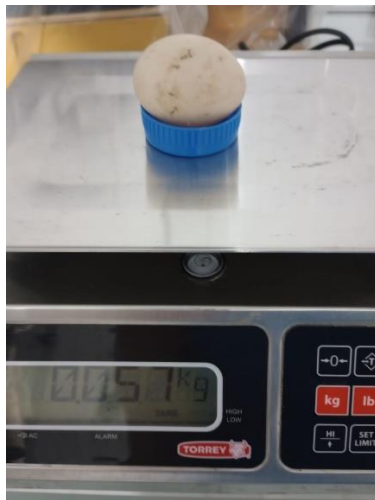


Fig.-18. Pesaje de huevo de pato de alas blancas

Fig.-19. Contaminación *in ovo* de huevo de Pavón

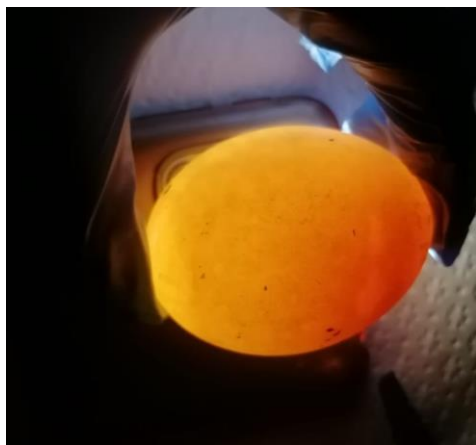


Fig.-20. Ovoscopia de huevo de pato de alas blancas



Fig.-21. Huevos de pato de alas blancas en la incubadora.

Seguimiento

A los 8 días de haber iniciado la incubación de los huevos, realicé una segunda ovoscopia con la finalidad de descartar huevos no fértiles de los que sí lo eran, distinguiéndose los segundos por un crecimiento de vasos sanguíneos y de la cámara de aire (Fig. 22 y 23). Así mismo se hizo un segundo pesaje que ayuda a determinar, al finalizar la incubación, la pérdida de humedad del huevo.

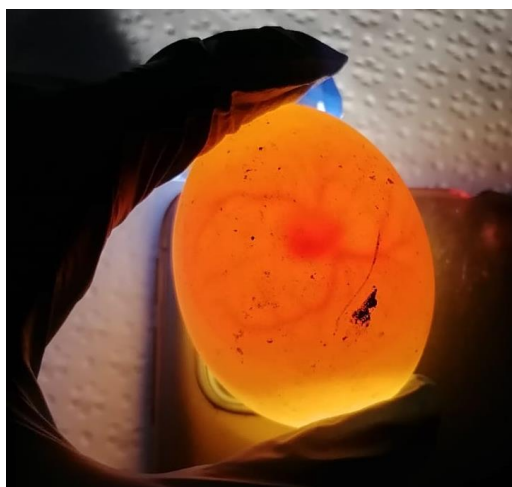


Fig.-22. Huevo fértil de pato de alas blancas



Fig.-23. Huevo no fértil de pato de alas blancas.

En el 2/3 de la incubación se repitió el proceso anterior con el único huevo fértil (pato de alas blancas) para observar los cambios del embrión (Fig. 24 y 25).



Fig.-24. Crecimiento del embrión



Fig.-25. Crecimiento de cámara de aire

Ajuste de humedad y volteo

Al inicio del procedimiento, se establecieron 28 días de incubación, siguiendo lo mencionado por Ontero (2022), subiendo la humedad al día 25, sin embargo, posteriormente se hizo una revisión específica por especie descubriendo que son

35 días de incubación para la especie *Cairina moschata*, reajustando la humedad a 45%. Al llegar a los últimos 3 días de incubación, la humedad fue modificada al 65% y se detuvo el volteo con el propósito de facilitar la eclosión del pollo, puesto que se evitan mal posicionamientos y la adherencia de las membranas al cuerpo del producto.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante el periodo comprendido del 9 de enero al 9 de junio del 2023 apoyé en diversas actividades relacionadas con el manejo reproductivo de diferentes especies de aves pertenecientes a los siguientes ordenes: accipitriformes, galliformes y psittaciformes.

Dentro de la unidad universitaria realicé prácticas de obtención de muestras de semen para su evaluación y posterior inseminación artificial; además, fui parte de los instructores del taller “Reproducción asistida para aves bajo cuidado humano y su conservación” como parte del 1° Coloquio de Reproducción Animal, Genética y Ciencia de la Carne.

Así mismo, apoyé en los manejos realizados en Reino Animal como parte de las prácticas de campo del módulo “Preservación del bienestar animal y manejo de fauna silvestre” impartido por el Dr Herrera.

Durante la estancia en el ZooMAT, fui responsable del monitoreo del funcionamiento de las incubadoras. Incubé 5 huevos de diferentes especies, de los cuales solo uno fue fértil, siguiendo el proceso de incubación no llegando a término, por lo que también realicé embriodiagnos. Apoyé en las modificaciones de recintos y manejos de sexado de Pavones (*Oreophasis derbianus*) e inseminación artificial de Águilas tiranas (*Spizaetus tyrannus*) y Águilas de penacho (*Spizaetus ornatus*). Igualmente fui responsable del monitoreo de conductas reproductivas de una pareja de Quetzales (*Pharomachrus mocinno*). Por último, e igual de importante, apoyé en las labores diarias de la clínica veterinaria de aves.

METAS ALCANZADAS

Durante este periodo de tiempo se cumplieron metas como: Incubar artificialmente 5 huevos de diferentes especies, participar en las modificaciones de 2 recintos de aves de interés para la reproducción, así como contribuir en la obtención de semen e inseminación artificial de 3 especies de aves; además, se consultaron diversas fuentes bibliográficas entre tesis, artículos y libros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Embriodiagnos

De acuerdo a Ortiz y Cumpa (2015), el tiempo de incubación para el pato de alas blancas es de 35 días, sin embargo, el huevo no eclosionó, por lo que se decidió dejarlo 5 días como ventana de nacimiento, sin éxito. Por consiguiente, se realizó una necropsia de huevo, modificando la metodología empleada por Rojas (2014) y por Herrera (2013) de la cual se realizó un formato (Anexo 1).

Se inició el procedimiento midiendo, pesando y realizando una ovoscopia para medir la cámara de aire (Fig. 26); posteriormente se colocó al huevo con el polo romo hacia arriba, el cual se perforó y recortó alrededor del perímetro de la cámara de aire (Fig. 27) para así poder evaluar su aspecto y descartar contaminación por hongos o bacterias, una vez realizado este paso, se retiró la membrana testácea interna y se descubrió al producto ya formado, por lo que, para poder visualizar su posición, se extendió el corte del cascarón hasta poder extraerlo. Una vez fuera, se diagnosticó la correcta posición del embrión (Fig. 28) y se procedió a extender el cuerpo del mismo revelando parte del vitelo no absorbido (Fig. 29). Por último, se pesó al producto y al cascarón ya vacío.



Fig.-26. Cámara de aire en ovoscopia



Fig.-27. Exposición de membrana testácea de la cámara de aire



Fig.- 28. Posicionamiento del producto fuera del huevo



Fig. -29. Producto extendido

Diagnóstico de mortalidad

Para poder realizar el diagnóstico de tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Pérdida de peso del huevo: De acuerdo al manual de Brinsea y a , la pérdida de peso estimada para aves de corral, es del 13%, similar a Sardá (2005) y Smith (2009), que mencionan que la pérdida de peso al finalizar la incubación es del 11-13% y 12% respectivamente, sin embargo, el huevo estudiado solo perdió el 10.8 %, equivalente a 7 g (Tabla 1) (Gráfica 1).

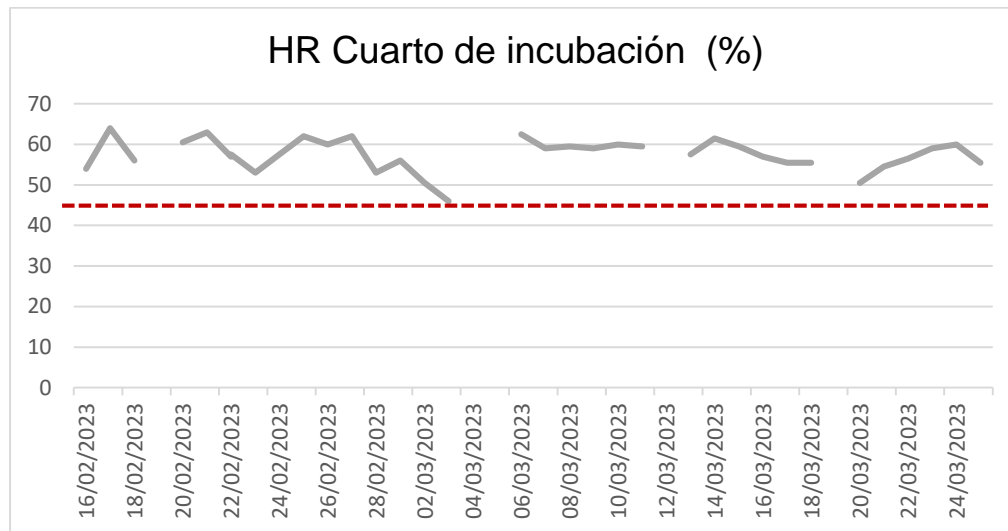
DÍA	17/02/202	24/02/202	06/03/202	15/03/202	21/03/202	23/03/202
	3	3	3	3	3	3
PESO g	57	56	54	52	50	50

Tabla 1. Pérdida de peso de huevo de pato de alas blancas.

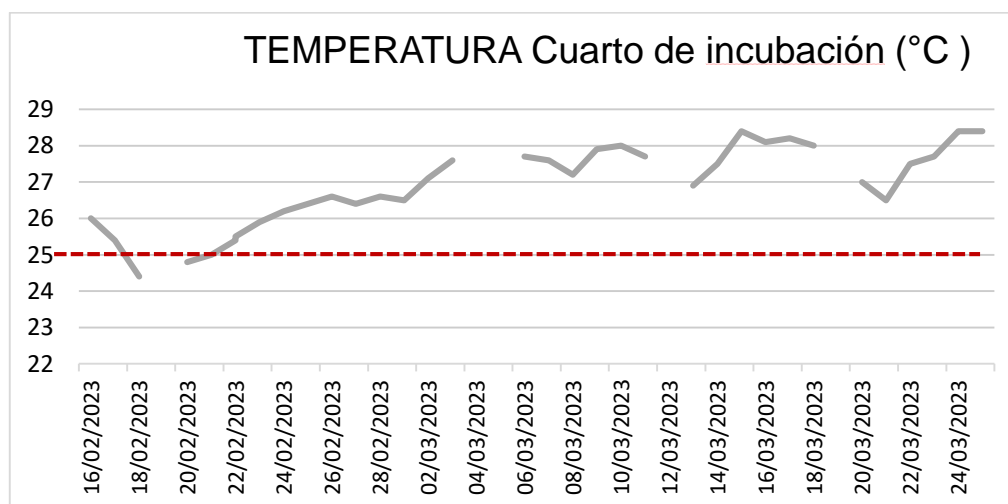


Grafica. 1. Pérdida de peso de huevo de pato de alas blancas.

- Temperatura y humedad del cuarto de incubación: De acuerdo a Herrera y col (2013), la humedad del cuarto debe ser menor al de la incubadora (45%) (Gráfica 2), mientras que la temperatura, para el correcto funcionamiento de la incubadora y evitar alteraciones en los huevos incubados según el manual de la incubadora Octagon 20 de Brinsea, debe ser de 20 a 25 °C, lo que concuerda con lo dicho por Álvarez (2007), quién menciona que la temperatura debe oscilar entre los 15 a los 20°C; sin embargo, esto no se cumplió, teniendo valores más elevados por las condiciones climáticas propias del estado de Chiapas (Gráfica 3).



Gráfica 2. Humedad del cuarto de incubación. En rojo se marca la humedad ideal

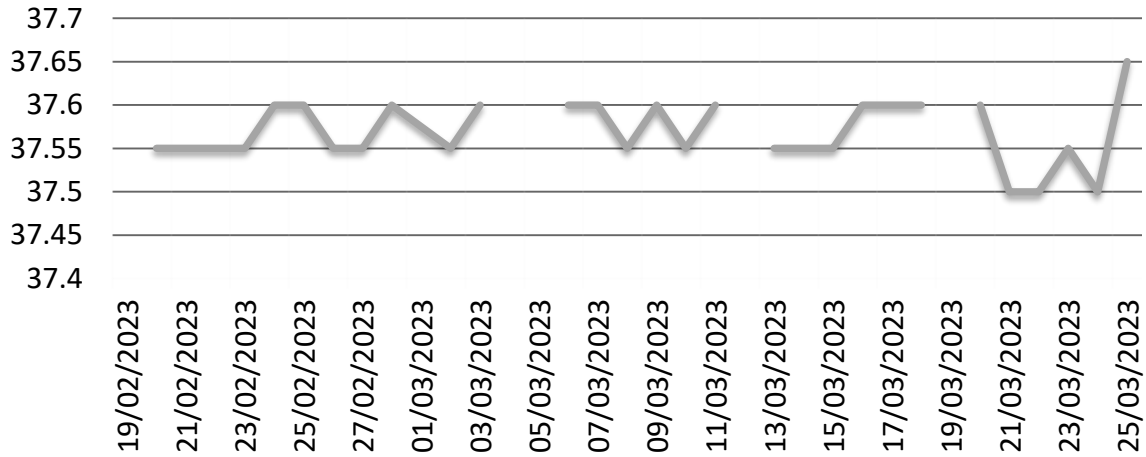


Gráfica 3. Temperatura del cuarto de incubación. En rojo se marca la temperatura ideal.

- Temperatura y humedad de la incubadora: Estos parámetros se mantuvieron más estables que los anteriores, conservando la temperatura en 3.5°C y la

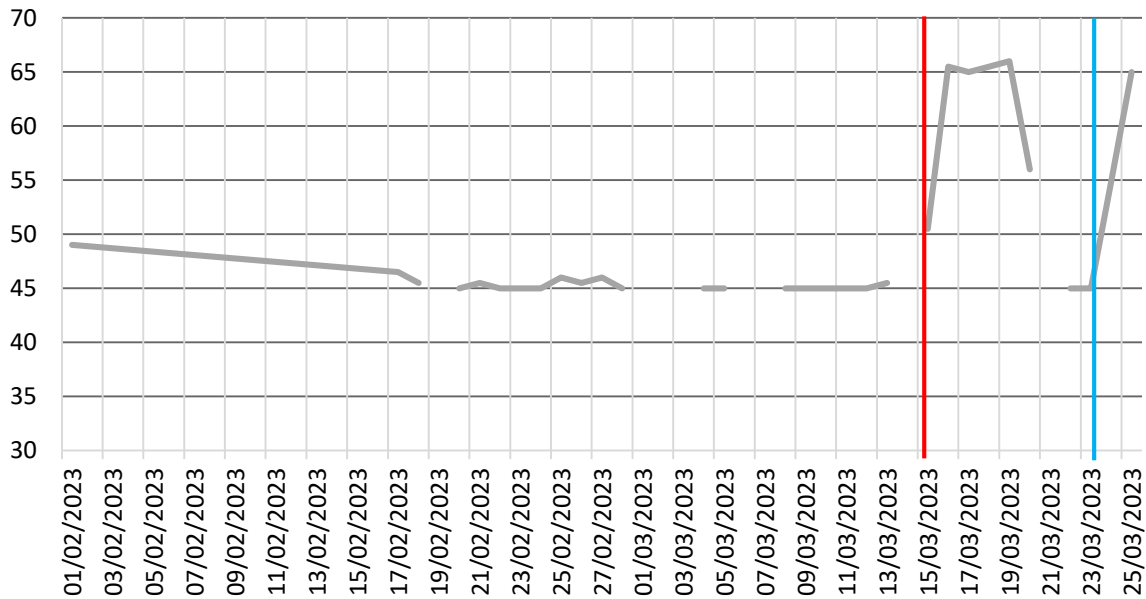
humedad en 45%, con la excepción de los días en que se subió por la próxima eclosión, demostrando el correcto funcionamiento del equipo (Gráfica 4 y 5).

TEMPERATURA incubadora (C°)



Gráfica 4. Temperatura de la incubadora

H.R. Incubadora (%)



Gráfica 5. Humedad de la incubadora. En rojo se marca el 1° momento en que se subió la humedad, a los 25 días de incubación, siguiendo la referencia del manual de Brinsea. La línea azul marca el 2° momento en que se sube la humedad, a los 32 días de incubación siguiendo la ficha biológica de la especie en cuanto a especificaciones de días de incubación.

CONCLUSIÓN

El presente proyecto se realizó con la finalidad de resaltar la importancia de los factores de incubabilidad en diferentes especies, sin embargo, por las condiciones que se fueron dando durante la estancia en el ZooMAT, el proceso de incubación solo pudo llevarse a termino con un solo huevo de pato de alas blancas. Con base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que no solo la temperatura, humedad, volteo y ventilación propios de la incubadora son relevantes para el buen desarrollo embrionario; estos estarán afectados por las condiciones del cuarto de incubación, y, a su vez, por las condiciones del huevo, desde el tiempo transcurrido entre la puesta y la incubación, la colecta, transporte, condiciones de almacén, hasta las características físicas del mismo, y de las aves reproductoras.

Se recalca la importancia de llevar un control sanitario en cada paso del proceso, así como de poseer conocimientos tanto de la especie a incubar, como del equipo de incubación, teniendo en cuenta que obtener un 100% de eclosiones es prácticamente imposible, puesto que se trabaja con huevos que posiblemente no sean fértiles.

RECOMENDACIONES

Estos hallazgos sugieren:

Tener un mejor control de las aves destinadas a reproducción, así como de las fechas en las que los huevos son puestos, y los días y condiciones en las que estos se almacenan con la finalidad de incubar huevos con mayor probabilidad de desarrollarse.

Así mismo, se sugiere realizar estos procedimientos en cuartos de incubación que posean la capacidad de regular su temperatura y humedad, ya sea con equipos de ventilación, des-humificadores, aires acondicionados, etc.

La incubación artificial de huevos para especies de alta estima es aún un campo poco explorado, por lo que la mayor parte de la información es extrapolada de la incubación de huevos de aves de producción, resaltando la necesidad de realizar más ensayos de la índole para la obtención de datos específicos por especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

1. Álvarez, C. 2007. Evaluación de 2 tipos de incubadoras artesanales sobre el porcentaje de nacimientos y peso al nacer en pollo de engorde. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina y Zootecnia. Escuela de Zootecnia. Guatemala
2. B.O'Malley. 2007. Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos. SERVET

3. *Castilla E. y Mendoza, J.* 2014. Diseño y Construcción de un prototipo de incubadora avícola basado en el análisis denominológico del equipo. FES Zaragoza. UNAM
4. *De Cristofaro, A.* 2017. Importancia del calcio y fosforo en la formación de la cáscara de huevo de gallinas ponedoras. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires.
5. *Farias, I.* 2020. Trabajo de fin de grado. "Proyecto de conservación del cernícalo primilla (*Falco naumanni, Fleischer, 1818*) Análisis en el proceso de incubación artificial. Universidad de Alcalá. España
6. *Gulpa, A.* 2022. Parámetros básicos de incubación para asegurar la eclosión de huevos de gallina. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Agricultura, Silvicultura pesca y Veterinaria. Ecuador
7. *Herrera, J., Rivera J., Fonseca, A., Vivanco, X., Rosales, A. y Ávalos, A.* 2013. Incubación artificial de aves silvestres. Avioris Internacional. n° 129
8. *Jara, C.* 2019. Desarrollo de un equipo inteligente para controlar los parámetros de gestación en huevos de las aves de corral. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.
9. *Juárez, M.* 2014. Bases fisiológicas de la incubación en las gallinas domésticas. Sitio argentino de producción animal. Los avicultores y su entorno N° 88. Avicultores. Departamento de Medicina y Zootecnia de las Aves, FMVZ, UNAM.
10. *Medrano, L. y Vélez, V.* 2018. Impacto de dos temperaturas de incubación sobre los indicadores productivos de pollos Arbor Acres x Ross. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras
11. *Ortiz, H. y Cumpa, M.* 2015 Causas de mortalidad embrionaria en la incubación natural y artificial de huevos de pata criolla (*Cairina moschata domestica*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
12. *Ontero, E.* 2022. Implementación del programa de control de cambio automático del valor del punto de ajuste de las variables temperatura y humedad en la fase final de incubación de huevos. UNAD. ECBTI. Ingeniería electrónica. Santiago de Cali. p:22
13. *Pérez, Z.* 2003. Tesis. Análisis y propuesta de un sistema para incubación de Emúes. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
14. *Quintana, J.* 2016 Incubatecnia. 1ª Edición. Pp: 86, 108, 178-179

15. Rodríguez-Moya, J. y Cruz-Bermúdez, A. 2017. Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en aves de corral. *Nutrición Animal Trópica II (I)*: 16-37
16. Rojas, P. 2014. Manual de prácticas de clínica de aves. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Pp 24-26
17. Sardá, R. 2005. Incubación artificial. La Habana. Ed. Instituto de investigadores Avícolas. P:6
18. Smith, T. 2009. Procedimiento para la incubación artificial de huevos.
19. Vargas-Hidalgo, J., Masaquiza-Moposita, D. y Ortíz-Naveda, N. 2021. Parámetros productivos en la incubación de huevos considerados como no aptos procedentes de reproductoras pesadas. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, Venezuela*. Pp 488,489

ANEXOS

Anexo 1

NECROPSIA DEL HUEVO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN		NOMBRE CIENTÍFICO	
DÍA DE PUESTA		DÍA DE NECROPSIA		
ESTATUS DEL HUEVO		MÉTODO DE INCUBACIÓN		DÍAS DE INCUBACIÓN
FERTIL	INFERTIL	NATURAL	ARTIFICIAL	

INCUBACIÓN ARTIFICIAL

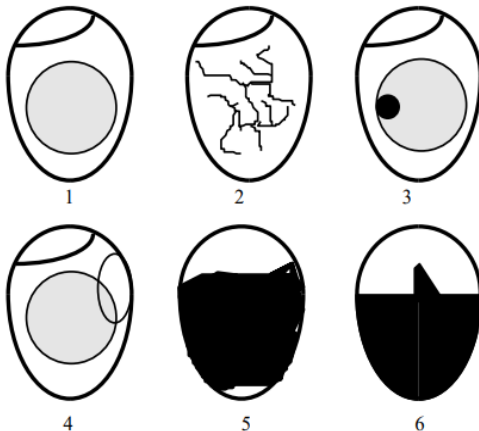
TEMPERATURA	HUMEDAD	PESO INICIAL	PESO FINAL	%PESO PERDIDO

EXAMEN EXTERNO

COLOR	LONGITUD (cm)	ANCHO (CM)	PESO (gr)	PESO CASCARÓN SECO (gr)
EDEMA	DEFORMIDADES	HEMORRAGIAS	OTRAS ANORMALIDADES	

OVOSCOPIA

ESTADO DEL CASCARÓN	
TAMAÑO CÁMARA DE AIRE	
LOCALIZACIÓN CÁMARA DE AIRE	
POSIBLE CONTENIDO	



1. Infértil o muerte temprana (antes de los 8 días)
2. Fértil. Desarrollo de vasos sanguíneos a los 8 días
3. Muerte temprana (hasta los 8 días) o posible contaminación in-ovo
4. Presencia de anillo de sangre por muerte temprana
5. Muerte tardía, entre los 10 y 16 días
6. Embrión vivo

EXAMEN INTERNO DEL HUEVO

Integridad de membranas testáceas	
Integridad de las chalazas	

Color de la yema	
Color del albúmen	
Olor general	
Presencia de disco germinal	
Vasos sanguíneos	
Membrana amniótica	
Membrana carioalantoride	
Membrana vitelina	
Otros artefactos	

POSICIÓN NORMAL: Columna vertebral paralela al eje longitudinal del huevo con el pico debajo del ala derecha.

MALPOSICIONES DEL EMBRIÓN

Cabeza entre las piernas	
Cabeza en el polo agudo del huevo	
Cabeza debajo del ala izquierda	
El pico no apunta a la cámara de aire	
Pies encima de la cabeza	
Cabeza sobre el ala derecha	

IMPRESIÓN

DIAGNÓSTICA _____

TOMA DE MUESTRAS

TIPO DE MUESTRA _____

ESTUDIO _____

MÉDICO RESPONSABLE _____

Anexo 2. Registro de temperatura y humedad de la incubadora

FECHA	DÍA	HORA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %
17/02/2023	viernes	10:41	37.5	47
		02:15	37.6	46
18/02/2023	sábado	10:32	37.6	45
		01:16	37.6	46
19/02/2023	domingo			
20/02/2023	lunes	08:43	37.6	45
		02:17	37.5	45
21/02/2023	martes	11:12	37.6	46
		02:12	37.5	45
22/02/2023	miércoles	10:33	37.5	45
		02:01	37.6	45
23/02/2023	jueves	11:03	37.6	45
		02:40	37.5	45
24/02/2023	viernes	09:36	37.6	45
		01:28	37.6	45
25/02/2023	sábado	10:22	37.6	46
		12:42	37.6	46
26/02/2023	domingo	09:17	37.6	46%
		01:50	37.5	45%
27/02/2023	lunes	10:30	37.6	46%
		01:56	37.5	46%

FECHA	DÍA	HORA	TEMPERATURA C°	HUMEDAD %
28/02/2023	martes	11:01	37.6	45%
		02:06	37.6	45%
01/02/2023	miércoles	08:57	37.6	45%
		11:00	37.5	52%
01/03/2023	miércoles	08:57	37.6	45%
		12:35	37.5	50%
02/03/2023	jueves	09:51	37.5	45%
		01:52	37.6	45%
03/03/2023	viernes	12:27	37.6	45%
		02:54	37.6	45%
04/03/2023	sábado	sin labores		
05/03/2023	domingo			
06/03/2023	lunes	10:00	37.6	45%
		02:20	37.6	45%
07/03/2023	martes	11:29	37.6	45%
		02:02	37.6	45%
08/03/2023	miércoles	10:10	37.5	45%
		01:56	37.6	45%

FECHA	DÍA	HORA	TEMPERATURA C°	HUMEDAD %
09/03/2023	jueves	10:17	37.6	45%
		02:36	37.6	45%
10/03/2023	viernes	10:11	37.6	45%
		01:20	37.5	45%
11/03/2023	sábado	09:27	37.6	45%
		12:40	37.6	46%
12/03/2023	domingo	sin labores		
13-mar	lunes	09:05	37.5	45%
		01:44	37.6	56%
14/03/2023	martes	10:24	37.6	66%
		12:46	37.5	65%
15/03/2023	miércoles	11:01	37.6	65%
		02:54	37.5	65%
16/03/2023	jueves	09:49	37.6	65%
		02:04	37.6	66%
17/03/2023	viernes	08:36	37.6	66%
		02:19	37.6	66%
18/03/2023	sábado	09:21	37.6	67%
		12:48	37.6	45%

FECHA	DÍA	HORA	TEMPERATURA C°	HUMEDAD %
19/03/2023	domingo	sin labores		
20/03/2023	lunes	07:42	37.6	45%
		02:03	37.6	45%
21/03/2023	martes	09:16	37.5	45%
		01:33	37.5	45%
22/03/2023	miércoles	09:40	37.5	45%
		02:00	37.5	65%
23/03/2023	jueves	10:13	37.5	65%
		01:09	37.6	65%
24/03/2023	viernes	10:21	37.5	65%
		01:51	37.5	65%
25/03/2023	sábado	09:16	37.6	55%
		12:42	37.7	65%
26/03/2023	domingo	sin labores		

Anexo 3. Registro de temperatura y humedad del cuarto de incubación

FECHA	DÍA	HORA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %	HORA	TEMPERATURA C°	HUMEDAD %
16/02/2023	jueves				02:52	26.0°C	54%
17/02/2023	viernes	10:40	24.9	63%	02:14	25.9	65%
18/02/2023	sábado	10:32	24.1	56%	01:16	24.7	56%
19/02/2023	domingo						
20/02/2023	lunes	08:43	24.1	61%	02:17	25.5	60%
21/02/2023	martes	11:12	24.5	64%	02:12	25.5	62%
22/02/2023	miércoles	10:33	24.7	60%	02:01	26.1	54%
22/02/2023	miércoles	10:49	24.9	61%	02:01	26.1	54%
23/02/2023	jueves	11:02	25.1	54%	01:39	26.8	52%
24/02/2023	viernes	09:36	25.7	57%	01:28	26.7	58%
25/02/2023	sábado	10:22	26.1	62%	12:42	26.7	62%
26/02/2023	domingo	09:18	26.3	61%	01:50	27	59%
27/02/2023	lunes	10:30	26.1	63%	01:56	26.8	61%
28/02/2023	martes	11:01	26	54%	02:06	27.3	52%
01/03/2023	miércoles	08:57	26.5	53%	11:00	26.5	59%
02/03/2023	jueves	09:51	26.6	51%	01:52	27.7	50%
03/03/2023	viernes	12:27	27	47%	02:54	28.3	45%
04/03/2023	sábado						
05/03/2023	domingo						
06/03/2023	lunes	10:00	27.2	64%	02:20	28.3	61%
07/03/2023	martes	11:29	27.3	60%	02:02	27.9	58%
08/03/2023	miércoles	10:10	26.7	60%	01:56	27.7	59%
09/03/2023	jueves	10:17	27.3	61%	02:36	28.5	57%
10/03/2023	viernes	10:11	27.8	61%	01:20	28.2	59%
11/03/2023	sábado	09:27	27.7	59%	12:40	27.7	60%
12/03/2023	domingo						
13/03/2023	lunes	09:06	26.5	58%	01:31	27.4	57%
14/03/2023	martes	10:24	27.3	61%	12:46	27.8	62%
15/03/2023	miércoles	11:01	27.9	61%	02:54	29	58%
16/03/2023	jueves	09:49	27.7	58%	02:04	28.5	56%
17/03/2023	viernes	08:35	27.7	57%	02:19	28.7	54%
18/03/2023	sábado	09:21	27.8	56%	12:48	28.3	55%
19/03/2023	domingo						
20/03/2023	lunes	07:42	26.4	50%	02:03	27.7	51%
21/03/2023	martes	09:16	26	54%	01:34	27	55%
22/03/2023	miércoles	09:40	27	57%	02:00	28	56%
23/03/2023	jueves	10:13	27.3	59%	01:09	28.1	59%
24/03/2023	viernes	10:21	28	61%	01:51	28.8	59%
25/03/2023	sábado	09:16	28.2	56%	12:42	28.7	55%
26/03/2023	domingo						