

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



Importancia de temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación como factores que inciden en los procesos de incubación del huevo fértil.

Por:

**ERICK EDUARDO PÉREZ TRUJILLO**

MONOGRAFIA

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio del 2022

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

Importancia de la temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación como factores que inciden en los procesos de incubación del huevo fértil.

POR:

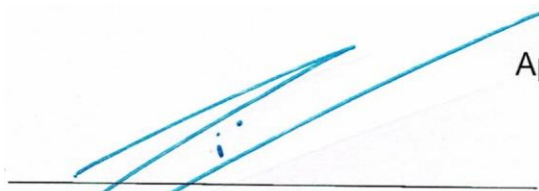
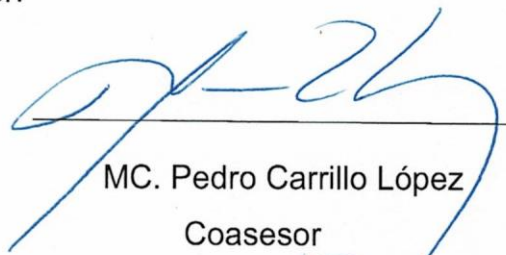
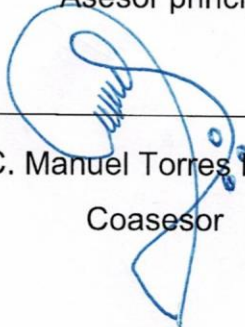

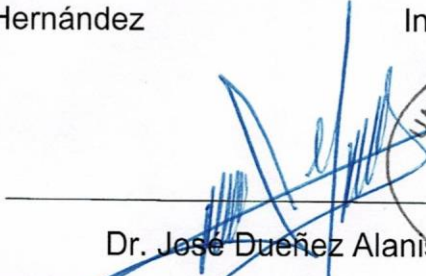
**ERICK EDUARDO PÉREZ TRUJILLO**


MONOGRAFIA

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOTECNISTA**

Aprobada por:

 _____ Ing. Ricardo Deyta Monjaras Asesor principal	 _____ MC. Pedro Carrillo López Coasesor
 _____ MC. Manuel Torres Hernández Coasesor	 _____ Ing. Roberto A. Villaseñor Ramos Coasesor
 _____ Dr. José Dueñez Alanís Coordinador de la División de Ciencia Animal	



## RESUMEN

La incubación en el tiempo actual juega un papel muy importante ya que los requerimientos de consumo y de productos avícolas van en creciente crecimiento por lo tanto los procesos de producción tienen más exigencia lo que nos obliga a tener conocimiento de los fenómenos que ocurren dentro del huevo.

Existiendo la problemática y lo esencial de cumplir con las metas deseadas, el manejo de la incubadora es extremadamente delicada y compleja, por lo cual es complicado de controlar, y mantener en zona de confort al embrión, dentro de los puntos importantes de mejoras es alcanzar los mejores nacimientos, menor %(porcentaje) de mortandad, peso del pollito al primer día, así como una mejor uniformidad entre otros.

Factores a controlar:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Volteo
- Ventilación

Es importantes conocerlos ya que cada uno juega un papel trascendente, y hay que estar muy atentos a los diferentes cambios que puedan presentarse, ya que un mal manejo de estos, nos pueden causar problemas severos.

Es por ello que las regulaciones de estos factores en la incubadora se obtendrán grandes beneficios en nuestros parámetros de producción.

Por lo tanto, la investigación es basada en los factores que afectan la eficiencia en la incubadora.

**Palabras clave:** *incubadora, temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación*

## **AGRADECIMIENTOS**

le agradezco **A mi Dios**, por darme la vida y por estar conmigo en los momentos más difíciles y por darme fortalezas para seguir adelante con mis estudios profesionales y ser una mejor persona.

**A mis padres:** Claudia Nanduca Trujillo y Ovidio Pérez Muñoz; les agradezco por todo el amor y el cariño que me han dado y por tenerme la confianza y la oportunidad de poder cumplir mis sueños y terminar mi carrera universitaria.

**A mi ALMA TERRA MATER;** por darme la oportunidad de formar parte de esta gran familia y ser mi segundo hogar, para poder desarrollarme de manera profesional.

**Al Ing. Ricardo Deyta Monjaras;** por brindarme su amistad, confianza y por haber aceptado y apoyarme para terminar este proyecto tan importante para mí, siendo este el último escalón de mi carrera profesional, así como a mis asesores que se dieron el tiempo y por sus valiosas aportaciones a este trabajo, especialmente el

**MC. Pedro Carrillo López**

**A mis amigos,** quiero agradecer a todos mis amigos quienes siempre estuvieron en las buenas y en las malas dándome consejos y por todas las vivencias que vivimos dentro y fuera de la universidad, pero siempre con la mentalidad de terminar nuestra carrera universitaria.

**Al Ing. Idefonso García Aparicio y al MVZ. Roberto García Aparicio** por su amistad y apoyo que siempre me brindaron.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Ovidio Pérez Muñoz y Claudia Trujillo Nanduca; por haberme dado siempre su apoyo incondicional, y por la confianza que siempre depositaron en mi durante toda mi estancia de mis estudios, Por el esfuerzo que siempre han hecho para darme la oportunidad de estudiar gracias.

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

Ovidio, Claudia Guadalupe, Yereni del Carmen y Gerardo Antonio; a cada uno les agradezco todo el apoyo que me brindaron y los consejos que siempre me dieron para seguir luchando por mis sueños y no rendirme.

### **A mi cuñada**

Anayanci Espinoza Ruiz por su afecto y por siempre apoyarme en todo y darme consejos que me alientan a seguir adelante.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1 Objetivo general.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Incubación.....	3
2.2 Tipos de incubadoras.....	3
2.3TEMPERATURA.....	5
2.3.1Efectos de un deficiente manejo de la temperatura durante la incubación .....	6
2.3.2Control de Temperatura.....	7
2.3.3 Factores que pueden impactar la uniformidad de temperatura en la incubadora	8
2.4 HUMEDAD RELATIVA.....	8
2.4.1 Efectos de un deficiente manejo de la humedad durante la incubación .....	11
2.5 VOLTEO .....	12
2.5.1 Factores importantes para el volteo de los huevos.....	15
2.5.2 Indicadores de un volteo inadecuado .....	16
2.5.3 Posibles causa – falta de volteo.....	16
2.6 VENTILACIÓN .....	17
2.6.1 Ventilación inadecuada.....	17
2.6.2 Tres funciones importantes de la ventilación .....	19
III.CONCLUSIÓN .....	20
IV. LITERATURA CITADA .....	21

V. ANEXOS.....26

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.4 Datos de humedad.....	12
Cuadro 2.5 Efecto del volteo de los huevos en incubabilidad.....	15
Cuadro 2.6 Intercambios gaseosos durante la incubación, por mil huevos .....	18
Cuadro 5.1 Problemas frecuentes en el proceso de incubación y posibles causas.....	26
Cuadro 5.4 Tabla de incubación.....	29
Cuadro 5.5 Diagnósticos de problemas de nacimientos.....	30
Cuadro 5.6 Intercambio gaseoso durante la incubación.....	31



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.6 ventilación en la incubadora.....	19
Figura 5.2 Perfil de incubadora de etapa múltiple.....	27
Figura.5.3 Perfil de incubadora única .....	28

## I. INTRODUCCIÓN

Globalmente, el sector avícola está en constante crecimiento, especialmente en países de desarrollo. Por esta razón, se han implementado programas para mejorar la calidad de los productos para mantener la industria en expansión y abrir fronteras de exportación. Sin embargo, el aumento de la población de aves de corral aumenta también el riesgo de epidemia, y las más severas pérdidas económicas a nivel mundial en la industria avícola han sido por enfermedades virales. Los sistemas de explotación avícola se clasifican de acuerdo con la cantidad de terreno a disposición de las aves y del capital invertido unión nacional de avicultores (U.N.A)

Temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación en la incubación son de importancia, ya que cualquier mal manejo por más mínimo que sea nos pueden dar problemas complicados severos e irreversibles además de irreparables.

Ocasionando y derivando huevos no eclosionados, cantidad de pollito no viable, y mortandad al final de la primera semana estos dentro de los más importantes.

Seguir con las indicaciones de manejo, cumplir con las medidas de bioseguridad y los manejos integrales de la incubadora se tendrá éxito y por lo tanto mejores nacimientos.

La cantidad real de los huevos que se cargarán en cada máquina, la frecuencia de la carga (una o dos veces por semana) y la posición real de los huevos dentro de la máquina variara con cada fabricante. Maneje el equipo conforme a las instrucciones del fabricante. El tiempo total de incubación recomendado son 504 a 510 horas para la incubadora de múltiple etapa y de 504 a 508 para las incubadoras de una sola etapa. Sin embargo, algunas variaciones (+/- 2 a 4 horas) es esperado conforme a la edad del lote, la edad del huevo, raza, clima y ventana de nacimiento. (cobb -vantress).

## **I.I OBJETIVO GENERAL**

Poner a disposición información básica indispensable que contribuya a los lectores del presente en temas relacionados con la importancia que tiene la influencia de la temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación en los procesos de incubación de huevo fértil.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Incubación

La palabra incubación deriva del latín *incubare*, que significa “acostarse sobre”. Esto es lo que hacen casi la totalidad de las aves para incubar sus huevos, acostarse o echarse sobre ellos para lograr que los embriones se desarrollen y se conviertan en polluelos (Vaca, 2003).

La incubación es el acto por el que los animales ovíparos (sobre todo las aves) empollan o incuban los huevos sentándose sobre ellos para mantenerlos calientes y así se puedan desarrollar los embriones. (De Marchi *et al* 2008).

La incubación artificial se define el conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo, integrados por temperatura, humedad, ventilación y volteo proporcionado por una máquina que permite el desarrollo embrionario (Quintana, 2016).

El proceso de incubación consiste en darle al huevo un medio óptimo para el desarrollo embrionario desde la producción del huevo hasta el nacimiento del pollito. En la actualidad, la incubación de huevos a nivel industrial ha creado una gran demanda en el mercado, provocando cambios tecnológicos en los sistemas de incubación; por tal motivo, el monitoreo y control computarizados de máquinas han sido adoptados para realizar la automatización de numerosas operaciones diarias en los equipos incubadores. (guía de la incubadora).

### 2.2 Tipos de incubadoras

Las incubadoras de huevo de ave, se dividen en dos tipos:

Horizontales: Este tipo de incubadoras fueron las primeras en utilizarse, son de pequeña capacidad, van de 50 a 500 huevos, los huevos se colocan en forma horizontal. Para la industria ya ha pasado a la historia. Actualmente sólo se usan en explotaciones familiares o experimentales. La ventilación es estática, se produce 5 por el calentamiento del aire que sube cuando se calienta y que sale cuando se enfría, y por lo tanto no es uniforme. La humedad se proporciona colocando bandejas con agua. La temperatura, se toma a unos 5 cm del huevo, se coloca el bulbo y se mide la temperatura más alta que es de 37.8° C. Los Volteos son manuales, esto es una gran

diferencia con las otras incubadoras, y se hace cada 4 horas. La fuente de Calor puede ser eléctrica o con gas. Otra diferencia es que no hay separación entre la fase de incubación y la de nacimiento, se produce todo en el mismo lugar.

Verticales: Casi todas las incubadoras actuales son verticales, ocupan poco espacio y tienen gran capacidad, que puede variar entre 10.000 a 300.000 huevos, son armarios de 3 X 3.5 X 3 m, entran en espacios de 4 X 4 m. Internamente consisten en una serie de bandejas unidas por una varilla dentada, en las bandejas se colocan los huevos con el polo mayor hacia arriba. Las bandejas permiten el movimiento del huevo hasta 90°, o sea 45° sobre la horizontal para cada lado, con volteos cada 30 minutos. La capacidad del área de incubación es el doble que la del nacimiento.

(concurso universitario feria de las ciencias. UNAM. 2017.).

El período de incubación del huevo de gallina tiene una duración de 21 días en promedio, 18 de los cuales deben transcurrir en la incubadora y los restantes 3 en la nacedora, a una temperatura 1 °C menor que durante el proceso previo. La incubación constituye una etapa fundamental de la vida de las aves, ya que durante este periodo se desarrollan y maduran órganos y sistemas fisiológicos, por lo tanto, las condiciones ambientales existentes durante el desarrollo embrionario serán determinantes para el crecimiento y desarrollo del polluelo, pudiendo también influir en el rendimiento productivo y la salud en la edad adulta (Fleming et al., 2004; Molenaar *et al.*, 2010).

La duración y sobre todo los resultados de la incubación, dependen de un conjunto de factores, entre los que se pueden destacar el periodo de almacenamiento previo de los huevos, las condiciones ambientales de pre incubación, el tamaño del huevo, el grosor y porosidad de la cáscara (González *et al.*, 2003), así como la temperatura de incubación, humedad relativa, contenido de oxígeno y anhídrido carbónico del aire, presión barométrica y frecuencia de volteo de los huevos durante la incubación (Givisiez et al., 2003).

Dentro de los factores de importancia para tener el éxito de una buena incubación podemos destacar cuatro factores importantes como son: temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación.

## 2.3 TEMPERATURA

La temperatura de incubación de las especies domésticas se sitúa en un estrecho margen, entre los 37 y los 38°C. Para las gallinas en concreto, la temperatura ideal de incubación es de 37,7 a 37,8°C (Sauveur, 1988).

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 (French).

La temperatura puede llegar a 39.4 C en la superficie del huevo. los pollitos nacerán si los huevos se mantienen a una temperatura de 35-40.5 C. Más allá de estos puntos, en esencia no cabe esperar nacimientos. (Austic y Malden,1994)

La temperatura óptima de incubación no es la misma para todos los huevos. hay algunas causas que lo determinan:

- El tamaño del huevo.
- La calidad del cascarón.
- Genéticas (inclusive raza y línea del pollo).
- La edad del huevo cuando es colocado para incubarse.
- La humedad del aire durante la incubación.

(North y Bell,1994)

La temperatura corporal de la gallina varía ligeramente entre los primeros días de incubación y los últimos, siendo de unos 38,5°C al comienzo, hasta algo más de 39,5°C al final del proceso. (Virgil,..2007)

En el sistema desarrollado se consideró solamente la influencia sobre la temperatura de la incubadora y sobre la ventilación para garantizar la temperatura óptima de incubación que es de 37.8°C para incubadoras de aire forzado, según (Cobb-Vantress, 2013).

En general, en la gallina se considera óptima una temperatura de entre 37,5°C y 37,7°C en el interior de las incubadoras y entre 36,1°C y 37,2°C en el de las nacedoras (Juárez, 2014).

En virtud de garantizar el éxito del proceso de incubación, Boerjan considera que se debe conservar la temperatura de la cáscara en un valor constante de 37.8°C en el

período comprendido entre los 12 y 14 días, pudiendo incrementarse hasta 38.6°C en la fase previa a la transferencia.

La temperatura de incubación es el factor físico que afecta la incubabilidad, siendo la temperatura óptima para el proceso de 37-38 °C. Las variaciones de 18 temperatura pueden dar lugar a diferentes tasas de desarrollo embrionario, afectando la ventana de nacimiento, calidad de pollo y rendimiento posterior a la eclosión. El control de la temperatura de toda la planta de incubación es esencial para evitar la pérdida de la calidad del huevo y mantener una alta tasa de eclosión (Silva *et al.*, 2016).

También parece que el valor térmico ideal es diferente según se trate de incubadoras de carga continua o de carga única (todo dentro- todo fuera), puesto que en estas últimas la temperatura se puede ajustar al valor adecuado al estado de desarrollo embrionario.(Quintana, 2006).

Otras circunstancias que pueden alterar la temperatura de la incubadora son:

a.- las aperturas intempestivas de las puertas de las máquinas.

b. - la realización de mirajes (cuando se practica).

c.- la temperatura ambiente de la sala de incubación, que condiciona las pérdidas de calor a través de las paredes, así como la temperatura de admisión del aire.

d.- las regulaciones de ventilación.

(manual de incubación).

### **2.3.1 Efectos de un deficiente manejo de la temperatura durante la incubación**

temperatura demasiado alta :Muerte en la cáscara, muerte de embriones finalizados, tendencia a ser delgados y rugosos, prematura incubación, ombligos con sangre, deshidratados, pollitos pequeños, partes muy secas bajo las plumas, pollitos débiles, pollitos en mala posición, patas alrededor de la cabeza, malformaciones, dedos encorvados, piernas estrechas o muy cortas, pollitos nerviosos, ojos cerrados, atascados, perdidos, cerebro expuesto, pico corto, perdido, anormalidades en la cara, vísceras expuestas, hemorragias, embrión pequeño que muere a los 3 días, muerte de los embriones a los 18 días, muestran un disco germinal ensanchado no hay sangre (Smith, 2000).

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

Problemas con temperatura Mayor:

- Se adelanta el desarrollo embrionario
- Hay posiciones anormales de los embriones
- Hay gran mortalidad a partir del día 18

(Alcivar Moreira & Loo García, 2011)

- Más de 40° C (hay gran mortalidad)

Menor de La Normal:

- Se retrasa el desarrollo embrionario.
- Hay un retraso en el desarrollo del embrión.
- Hay muchas bajas en los 3-4 primeros días.

(Alcivar Moreira & Loo García, 2011)

Temperatura demasiado baja: Plumas sin cañón, embriones muertos, yemas largas, el embrión puede no estar totalmente cerrado en la pared abdominal, puede tener el pollito residuos de albumen, los pollitos incuban tardíamente, pollitos rígidos, ombligos deshidratados, olorosos, masosos, partes muy secas bajo las plumas, cuerpo blando, pollitos letárgicos, mala posición a los 19 días, eje del embrión largo igual que el del huevo, cabeza a la derecha, patas alrededor de la cabeza, malformaciones, dedos encorvados, piernas estrechas, miembros incompletos, articulaciones rotas, pollos edematosos, albumen inabsorbible, yema incompleta, embriones pequeños que mueren a los 3 días y muerte antes de los 18 días (Smith, 2000).

### **2.3.2 Control de Temperatura**

La temperatura determina la tasa de metabolismo del embrión y, por lo tanto, su tasa de desarrollo. La genética moderna de reproductoras de pollo produce una temperatura embrionaria más alta y por consiguiente el riesgo de embriones sobrecalentados es más alto. Las investigaciones han demostrado que las condiciones adversas de incubación pueden afectar el rendimiento posterior a la eclosión en diferentes etapas del ciclo de vida. (guía del manejo de incubadora cobb)



### **2.3.3 Factores que pueden impactar la uniformidad de temperatura en la incubadora**

- Ventilación incorrecta – el suministro de volumen de aire, presión, ajustes de las compuertas, ventilación de escape.
- Las calibraciones de temperaturas – calibre las sondas de temperatura de la maquina cada 90 días para las máquinas de etapas múltiples y cada vez que la máquina de una etapa esté vacía.
- Problemas de enfriamiento – la tasa de flujo de agua, válvulas pegajosas, temperaturas de agua incorrectas, depósitos minerales en las tuberías.
- Utilización excesiva o insuficiente de las capacidades de la incubadora las máquinas están calibradas para estar llenas y es posible que no funcionen dentro de los rangos de temperatura calibrados si no están llenas de huevos.
- Diseño de ingeniería deficiente.
- Mantenimiento – sellos de puertas están gastados, agrietados o rotos.
- Angulo de volteo incorrecto – calibre cada 90 días para la máquina de etapas múltiples y cada vez que la máquina de una sola esté vacía. Ajuste de ser necesario. (guía del manejo de incubadora cobb)

De acuerdo con los diferentes autores, demuestran que la temperatura optima debe ser entre los 37.5 hasta los 39 grados centígrados evitando problemáticas en el pollito.

## **2.4 HUMEDAD RELATIVA**

La humedad relativa se define como el cociente entre la fracción molar de vapor de agua en un espacio dado y la fracción molar del vapor de agua en su condición de saturación, otra definición técnica de la humedad relativa es: la relación de la fracción mol del vapor presente en el aire, con la fracción mol del vapor de agua presente en el aire saturado, a la misma temperatura y misma presión. La relación entre el bulbo seco y el húmedo determina la humedad relativa, siendo el rango óptimo de 40 a 70%. La humedad relativa tiene una influencia en el 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 que el día 21 (Sttkeleather y Brake, 1990; ASHRAE, 2007; Martínez, 2007).

La humedad del espacio en el que se desarrolla la incubación requiere un riguroso control, en har  obtener una óptima tasa de eclosión y un tamaño correcto del polluelo, ya que ambos parámetros están afectados por la pérdida de peso que sufre el huevo durante la incubación. El procedimiento habitual es regular la humedad en la incubadora de modo que dicha pérdida de peso se sitúe entre el 12 y el 14%. Esta pérdida de peso se debe únicamente a la pérdida de agua, puesto que el intercambio respiratorio del embrión no implica cambios en la masa del huevo. Esta pérdida de agua depende de:

- La humedad de la incubadora.
- La conductividad de la cáscara.

(Visschedik, 1991).

La humedad relativa durante el proceso de incubación debe situarse entre el 50 y el 55% Para conseguir la humedad necesaria se suelen emplear o bien boquillas nebulizadoras o bien palas móviles. Las primeras operan reguladas mediante una válvula solenoide, aunque tienen el inconveniente de que pueden obturarse con aguas muy duras. De ahí que sean preferibles los sistemas basados en unas palas móviles, accionadas automáticamente y situadas sobre una cubeta llena de agua, la que proyectan en el interior de las máquinas cuando ello se requiere.(callejo, [file:///C:/Users/windows/OneDrive/Escritorio/Tema\\_07\\_72\\_Manejo\\_del\\_huevo\\_en\\_la\\_incubadora.pdf](file:///C:/Users/windows/OneDrive/Escritorio/Tema_07_72_Manejo_del_huevo_en_la_incubadora.pdf))

Si la humedad es muy alta, el embrión no se oxigena lo suficiente, lo que produce asfixia o intoxicación al no poder eliminar el dióxido de carbono, dando como resultado retardo en el nacimiento y pollitos grandes con el abdomen abultado y blando al tacto. Además, pollitos pegados al cascarón se derivan de esta condición. En contraste, si se presenta una humedad baja, el huevo perderá mucha agua y se deshidratará, dando como resultado pollitos pequeños, duros, con un aspecto reseco y áspero en el plumaje (Quintana, 1988). Siendo así que la humedad relativa ideal es del 55%. (Quintana 1999)

La humedad es importante en el proceso de nacimiento para asegurar que las membranas de la cáscara se mantengan suaves y flexibles para que el pollito pueda salir del cascaron. Cuando los pollitos inician el picoteo de la cáscara el nivel de humedad aumenta, causando que la temperatura del bulbo húmedo también aumente, se debe realizar el ajuste de la válvula para mantener los niveles óptimos. (Jamesway, 2005).

Se informa que la humedad de las incubadoras y nacedoras se mide con el termómetro de bola húmeda o directamente con el higrómetro, según sea el modelo de la máquina. (Etches, 2006),

Los huevos pierden humedad durante el periodo de incubación, cuya tasa de pérdida va a depender de la humedad relativa que se mantenga dentro de la cámara de nacimientos. El crecimiento óptimo para la mayoría de los huevos requiere de una humedad relativa de 60% hasta que los huevos se empiezan a picar, después de que se haya aumentado a 70% la humedad relativa. (Berry, 2007).

La humedad relativa debe incrementarse a valores cercanos al 70% durante los tres últimos días de la incubación de manera de que la membrana que rodea al polluelo que se está incubando permanezca húmeda luego de que el polluelo quiebra el cascaron. (Zeballos, 2009).

Informan de los problemas que ocasiona no mantener el nivel óptimo de humedad que según Cobb-Vantress (2013) es del 53% durante el modo de incubación y de un 70% en el modo de nacimiento. (Espinoza y Matey, 2009).

El ajuste de la humedad relativa, varía de acuerdo a los requerimientos de calidad de la cáscara del huevo pudiendo encontrarse entre el 50% y 55%; sin embargo, es imprescindible considerar que el huevo es sometido a una progresiva pérdida de peso durante los primeros 10 días de incubación, lo cual podrá acelerarse al finalizar el período, (Kolanczyk.)

Durante la incubación se pierde vapor de agua a través de los poros de la cáscara, la velocidad con la cual esta humedad se pierde depende del número y tamaño de los poros (la conductibilidad de gas de la cáscara) y de la humedad del aire alrededor del huevo. Para mejor incubabilidad, un huevo debe perder un 12% de su peso hacia el día 18 de incubación. Debido a las diferencias de la estructura de las cáscaras y por

lo tanto a la conductibilidad de gas, cuando todos los huevos son incubados bajo las mismas condiciones de humedad, habrá una variación en la pérdida de humedad. Con huevos de reproductoras pesadas, esta variación normalmente no tiene un importante efecto en incubabilidad. Sin embargo, cuando la edad, nutrición o enfermedades reducen la calidad del huevo, puede ser necesario ajustar las condiciones de humedad para mantener una óptima incubabilidad y calidad del pollito.(Cruz,2019).

#### **2.4.1 Efectos de un deficiente manejo de la humedad durante la incubación**

Si la humedad es muy alta, el embrión no se oxigena lo suficiente, lo que produce asfixia o intoxicación al no poder eliminar el dióxido de carbono, dando como resultado retardo en el nacimiento y pollitos grandes con el abdomen abultado y blando al tacto. Además, pollitos pegados al cascarón se derivan de esta condición. En contraste, si se presenta una humedad baja, el huevo perderá mucha agua y se deshidratará, dando como resultado pollitos pequeños, duros, con un aspecto reseco y áspero en el plumaje (Quintana, 1988).

Tampoco el huevo podrá eliminar la humedad de su interior y muchos pollitos al nacer se notarán esponjosos, con el abdomen abultado y grande. (Espinoza y Matey,2009)

el exceso de humedad ocasiona anemia en el embrión de 6 a 11 días, observándose hipertrofia del corazón y color verdoso en el saco y membrana vitelinos; la cámara de aire se observa reducida y existe una reducción en el porcentaje de eclosión. (Vignon, 2007).

alta humedad: Plumas sin cañón, yema larga, puede no estar totalmente cerrado por la pared abdominal, pollitos nacidos tardíamente, pollitos rígidos, pollitos empapados de albumen, ombligos deshidratados, partes muy secas bajo las plumas, ombligos olorosos, masosos, cuerpo blando, pollitos letárgicos, pollitos en mala posición, patas alrededor de la cabeza, articulaciones de las extremidades rojas en pollitos incubados, poco aire dentro de la cáscara, embriones incompletos, pollos edematosos, pico corto, pico perdido, anormalidades en la cara (Smith,2000).

Pollitos blandos y débiles.(guía de incubación).

baja humedad: Embriones finalizados pero muertos en la cáscara, pollitos incuban tempranamente, tendencia a ser delgados y rugosos, pollitos deshidratados, pollitos

con fragmentos pegados bajo las plumas, pollitos pequeños, ojos cerrados, ojos atascados (Smith,2000).

Pollitos adheridos a la cáscara. .(guía de incubación)

Si la humedad es baja, el huevo perderá mucha agua, se deshidratará, los pollitos que nazcan serán más pequeños, con un aspecto reseco y áspero. (Espinoza y Matey 2009)

La falta de humedad ocasiona un mayor porcentaje de pollitos que pican el cascarón y no eclosionan, pues se secan dentro de él. Algunos nacen pequeños y duros (deshidratados), otros nacen con plumón corto. (Vignon, 2007),

Cuadro 2.4 Datos de humedad.

<i>Porcentaje</i>	<i>Primera etapa (18 días)</i>	<i>Segunda etapa (3 días)</i>
<i>Pérdida diaria de agua</i>	0.5 – 0.6%	0.7 – 0.8%
<i>Humedad relativa necesaria</i>	55 – 60%	70 -75%

Porcentajes de pérdida de agua y humedad relativa durante la incubación y nacimiento, primera etapa (18 días) y segunda etapa (3días), respectivamente. Tomado de: Universidad de Deusto, «Experimento de la Granja: Desde un huevo a un pollo, paso a paso,» 2013. (En línea).

El no apegarse a los parámetros y porcentajes de humedad relativa nos va ocasionar anormalidades, pollitos débiles y pollitos pegado etc es por ello que debemos tener el conocimiento y manejos de los parámetros de % HR.

## 2.5 VOLTEO

El volteo de los huevos constituye una de las principales operaciones a efectuar durante el período de incubación para asegurar unos buenos resultados. La ausencia de volteo lleva aparejada la adherencia del embrión y de las membranas embrionarias a la membrana de la cáscara, a la yema o a otras membranas, además de una mayor incidencia de mal posiciones. Parece ser que los huevos de gallinas más viejas sufren más daños por un volteo insuficiente durante la incubación ya que, al ser la cáscara más delgada, hay mayores posibilidades de adherencias debido a la mayor pérdida de

agua. No obstante, de estudios recientes se desprende que no son éstas las principales causas de problemas embrionarios por una falta de volteo. (Deeming, 1989; et al Pullet, 1991).

Los huevos deben 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, e impide la mala posición del embrión, también estimula el crecimiento del embrión y la utilización de la yema y albumina, el volteo en la incubación artificial se realiza cada hora, es decir que realiza 24 volteos por día, y cada volteo tiene una duración de 60 minutos, a modo que todo el día tenga el ángulo requerido, este proceso se realiza los primeros 18 días de incubación. Se incuban artificialmente con el polo obtuso elevado, volteándolo de 45-48 ° sobre la vertical. Una frecuencia de volteo mayor puede provocar ruptura de la yema y de vasos sanguíneos provocando la muerte del embrión. No se debe voltear en círculo porque provoca la rotura del saco alantoideo, a medida que el embrión se desarrolla y la producción de calor aumenta, un volteo regular ayudará al flujo de aire y por tanto al enfriamiento (Gómez et al., 2006; Cobb-Vantress, 2015; Quintana, 2016).

Los huevos no deben voltearse en círculo porque esto provoca la ruptura del saco alantoideo y después la muerte embrionaria. Para mejorar la incubación de los huevos deben voltearse de la posición vertical a 45, luego al revés en la dirección opuesta en posición similar (North y Bell 1994).

El volteo inadecuado puede originar: Embriones finalizados muertos en la cáscara, pollitos atascados en cáscara, deshidratados, pollitos con fragmentos pegados bajo las plumas, pollitos en mala posición, patas alrededor de la cabeza, malformaciones, muerte del embrión de 3 a 18 días (Smith, 2000).

Los huevos se han de voltear dos o tres veces al día. (Bundy, 2001).

El proceso de rotación, a partir de la explicación corresponde a una etapa primordial para el buen desempeño del propósito de incubación, ya que permite y favorece la formación de las membranas de la vesícula vitelina y de los vasos sanguíneos, en complemento con la provisión de nutrientes requerido por los órganos extraembrionarios y de esta manera, eliminar el calor metabólico que se produce en el interior del huevo. encontrada en la web (El Sitio Avícola).

Para un buen desarrollo del embrión, es indispensable la rotación del huevo, ya que, de lo contrario, el embrión tendería a adherirse a las paredes de la cáscara, lo que impediría ubicarse de manera adecuada para el nacimiento. (Díaz y Bonilla 2003).

Los huevos se deben de voltear al menos cuatro veces durante un período de 24 horas. (Berry, 2007).

argumentan que el protocolo de volteo que arroja los mejores resultados es el siguiente: inclinar los huevos 45° a la derecha durante una hora, colocarlos en posición horizontal una hora y ubicarlos 45° a la izquierda durante una hora. Este patrón se debe repetir durante los primeros 18 días del proceso, luego se vuelve innecesario. Jiménez y (Veloza 2008).

La incubabilidad de los huevos fértiles fue del 91,41% al voltear el ángulo 43° hasta 45°, mientras que fue del 50,91% a 15°. Además, la mortalidad embrionaria tardía fue del 25,16% en comparación con el 2,5% a 15 ° y 45 °, respectivamente. ( Cutchin y col. 2009).

El volteo de los huevos es un procedimiento clave para el desarrollo normal del embrión. Las gallinas en condiciones no comerciales giran sus huevos en los nidos; en las incubadoras, las bandejas de huevos deben ser inclinadas hacia ambos lados sobre el eje horizontal.

Parece ser que las peores consecuencias se dan por:

- una menor utilización del albumen,
- una deficiencia de fluido embrionario,
- una menor superficie de intercambio de oxígeno del corioalantoide
- un desarrollo vascular más lento.

En la práctica, el volteo es útil hasta el 14<sup>o</sup> día de incubación, en el caso de la gallina. Una frecuencia alta, cada hora o cada dos horas, hace mejorar los resultados de incubación. El volteo, automático, se hace entre las dos posiciones posibles del huevo a 45° con respecto a la vertical y alrededor del eje corto del huevo.

Los huevos deben ser volteados durante el proceso de incubación. Esto evita que el embrión se pegue a las membranas de la cáscara, particularmente en la primera semana de incubación y ayuda al desarrollo de las membranas del embrión. A medida

que el embrión se desarrolla y la producción de calor aumenta, un volteo regular ayudará al flujo del aire y por tanto al enfriamiento.

Cuadro 3.5 Efecto del volteo de los huevos en incubabilidad (Nort y Bell, 1994)

VECES DE VOLTEO AL DIA	% DE NACIMIENTOS DE LOS HUEVOS
2	68.2
4	71.3
6	74.6
8	74.8
10	74.7

Razones para mantener un volteo constante de los huevos a lo largo del proceso de incubación:

- Evita que el embrión se pegue a las membranas de la cáscara, causándole la muerte. Principalmente en la primera semana de incubación.
- Ayuda al desarrollo de las membranas, tejidos y vasos sanguíneos del embrión.
- Facilita el flujo de aire alrededor de los huevos y por tanto al enfriamiento de los mismos, esto es importante durante la tercera semana de incubación, momento durante el cual la producción de calor metabólico del embrión aumenta considerablemente y puede llegar a superar la temperatura del recinto de incubación. (Cobb-Vantress 2013).

Un insuficiente volteo de los huevos puede provocar que los pollitos nazcan en posiciones anormales, deformes o con el plumón corto y áspero. Si se voltean los huevos en una sola dirección, se provocará ruptura de vasos sanguíneos y de yemas, lo que ocasiona una alta mortalidad embrionaria (Quintana, 1988).

### **2.5.1 Factores importantes para el volteo de los huevos**

- Frecuencia: los huevos se deben voltear una vez por hora.
- Angulo: de 38-45 grados apartir de la posición horizontal en cada volteo, la incubabilidad disminuirá si el angulo de giro es inferior a los 38 grados.
- Suavidad: el embrión posee vasos sanguíneos muy delicados que se rasgan con facilidad cuando se golpea o se agitan los huevos. (Aviagen)



### **2.5.2 Indicadores de un volteo inadecuado**

- Incremento de la mortalidad temprana del embrión (si el volteo es insuficiente entre los 0-7 días de incubación).
  - Aumento de la mortalidad tardía del embrión.
  - Mayor frecuencia de malas posiciones particularmente, mal posiciones (embrión al revés)
    - Pollito pegajosos debido a albumina no absorbida (Aviagen).

### **2.5.3 Posibles causa – falta de volteo**

Las inspecciones visuales constantes no muestran ningún cambio en las bandejas de huevo, hay que activar el mecanismo de volteo inmediatamente, para verificar que esté funcionando correctamente. Si las bandejas siguen sin girar podría deberse a:

- El carro no está enganchado adecuadamente al mecanismo de volteo.
  - las ruedas del carro están desgastadas, lo que impide que queden bien alineadas con el mecanismo.
    - Fallo en el sensor de volteo.
    - Un fallo del programa informático o programación incorrecta.
    - Falta de aire comprimido o de electricidad suficiente para arrancar el dispositivo de volteo.
    - Dispositivo de volteo defectuoso.
- (Aviagen)

El volteo es muy esencial e importante ya que se debe de realizar los 18 días del periodo de incubación, esto para que el embrión no se adhiera a la cascara, y así disminuir la cantidad de pollitos pegados o mal posesionados.

## 2.6 VENTILACIÓN

La ventilación es necesaria durante la incubación para proporcionar el oxígeno que el embrión va consumiendo y para eliminar el CO<sub>2</sub>, el vapor de agua y exceso de temperatura que se produce en su interior; además 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 HR en todo el volumen de la incubadora. Durante la 1ª 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.

El embrión respira, por lo tanto, es necesario eliminar el CO<sub>2</sub> que se acumula en la cámara de incubación, debido a su toxicidad. Con una correcta aireación de todos los huevos se logran una temperatura y humedad uniformes (Scholttysek, 1970).

La falta de oxígeno también es crucial durante la última semana del desarrollo embrionario, provocando el agotamiento del embrión ya formado. El pollito muere si no puede romper la cáscara. El sistema de ventilación de las máquinas debe ser independiente del sistema de la sala, aunque éste es un hecho todavía infrecuente en un gran número de salas de incubación. En cualquier caso, lo que sí es imprescindible para el buen funcionamiento de las máquinas y, en suma, de la incubación, es que el aire llegue a las máquinas atemperado a 23°C, por lo que deberá ser caldeado o refrigerado, según la época del año.

[.\(callejo,file:///C:/Users/windows/OneDrive/Escritorio/Tema\\_07\\_72\\_Manejo\\_del\\_huevo\\_en\\_la\\_incubadora.pdf\)](file:///C:/Users/windows/OneDrive/Escritorio/Tema_07_72_Manejo_del_huevo_en_la_incubadora.pdf)

### 2.6.1 Ventilación inadecuada

Puede ocasionar el desarrollo anormal del pollito, con problemas como: plumas sin cañón, yemas largas, puede no estar totalmente cerrado el pollito por la pared abdominal, muerte en la cáscara, pollitos atascados o incubación prolongada, ombligos olorosos, masosos, cuerpo blanco, pollitos letárgicos, ojos perdidos, otras anomalías oculares, cerebro expuesto, muerte embrionaria de 3 a 6 días de

incubación, embrión en el lado izquierdo, pollitos sin diente, muerte del embrión de 7 a 18 días de incubación (Smith, 2000).

Un aumento en el porcentaje de dióxido de carbono provoca anomalías, lentitud de desarrollo y debilidad del embrión (López, 1985).

Para las nacedoras la entrada de aire debe ser de 28.7 metros cúbicos por hora por cada 1000 huevos, desde la transferencia hasta que el pollito pica la cáscara, el flujo de aire y la humedad se deben mantener los mismos valores que en las incubadoras. (Jamesway, 2005).

Mientras más huevos haya en el compartimiento de la incubadora y más viejo sea el embrión, más oxígeno se va a requerir. (Berry, 2007)

Daniels. explica que, el embrión consume oxígeno y produce dióxido de carbono a una tasa que es proporcional a su evolución filogenética entonces, el parámetro de la ventilación debe tratarse desde dos perspectivas, una por circulación de aire que es el aire que circula en el interior de la incubadora libremente y otra por recambio o re ventilación.

Falta de ventilación: produce pollitos débiles y blandos que tienen gran dificultad para salir del cascarón. (Guía de incubación)

Cuadro 2.6 Intercambios gaseosos durante la incubación, por mil huevos (Martínez-Alesón, 2003)

<i>Días de incubación</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>18</i>	<i>21</i>
<b>Aire</b> (m <sup>3</sup> /día)	0,07	0,16	0,51	3,06	4,04	6,12
<b>Co<sub>2</sub></b> (M <sup>3</sup> /día)	0,008	0,016	0,054	0,325	0,436	0,651

El aire que sale de las máquinas incubadoras remueve dióxido de carbono y el exceso de calor producido por los huevos. La entrada de aire a la sala de incubadora

debe ser de 13.52 metros cúbicos hr (8cfm) por 1000 huevos. (Alcivar Moreira & Loo García, 2011)

Todas las máquinas incubadoras tienen una fuente de humedad que pueden controlar varios niveles de humedad relativa. El aire fresco suplementa un poco de humedad de esta manera reduce la carga en el sistema de humidificación interna, el aire entrante a las máquinas es pre-humidificado para igualar lo más cercano posible la humedad relativa interna. La temperatura del aire debe ser de 24-27 °C (76 -80 °F). Las incubadoras de multi etapa requieren una constante cantidad de aire. Esta debe ser ajustada para que los niveles de dióxido de carbono dentro de la máquina no excedan 0.4%. Muchas de las máquinas de bandeja fija trabajan a 0.2 – 0.3 % y las máquinas de carros 0.3 – 0.4% pero estos elevados niveles de dióxido de carbono no son requeridos. (COBB Guía de Manejo de la Incubadora).

Figura 2.6 ventilación en la incubadora

Ventilación en la Incubadora – La correcta instalación						
Áreas	Velocidad de Ventilación		Temperatura		Humedad Relativa (%)	Presión del área en relación a la atmósfera: (En H <sub>2</sub> O)
	(cfm /1000)	(m <sup>3</sup> /hr /1000)	°F	°C		
Recepción de huevo	(1 minuto Intercambio de aire)		66-70	19-21	60-65	Neutro a +0.01
Área de espera	2	3.38	66-70	19-21	60-65	Neutro a +0.01
Sala de incubación	8	13.5	76-80	24-27	55-62	+0.015 o +0.02
Sala de nacimiento	17	28.7	76-80	24-27	55-62	+0.005 to +0.01
Sala de pollitos bebés	40	67.6	72-75	22-24	65-70	Neutro
Salida de pollitos	(0.5 minutos Intercambio de aire)		72-75	22-24	65-70	-.015 to .025
Sala de limpieza	(0.5 minutos Intercambio de aire)		72-75	22-24	65-70	-.015 to .025
Sala de limpieza de equipo	(1 minuto Intercambio de aire)		72-75	22-24	N/A	Positivo
Corredores	(5 minutos Intercambio de aire)		75	24	N/A	Neutro

(COBB Guía de Manejo de la Incubadora)

### 2.6.2 Tres funciones importantes de la ventilación

- Proporcionar aire fresco del exterior, a los embriones y mantener los niveles oxígeno en la incubadora por encima del 20%.
- Expulsar el CO<sub>2</sub> producido por los embriones y mantener el nivel del mismo siempre por debajo del 0.5%, salvo en el modo de nacedora que se puede subir hasta un 0.8% para motivar a la eclosión de los pollitos.
- Repartir uniformemente la temperatura y humedad en la incubadora.

(Garnica y Martínez 2011))

Una buena ventilación nos ayudara a la eliminación del dióxido de carbono que se genera, con ello con obtendremos pollitos de buena calidad.

### **III.CONCLUSIÓN**

La avicultura ha tenido importante crecimiento como actividad pecuaria, obligando a los avicultores a tecnificarse o buscar nuevas alternativas para mejorar sus rendimientos productivos entre las que destaca el uso de incubadoras para huevo fértil.

El grado de atención en la influencia de los factores temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación permite llevar un mejor control y mitigación de problemas severos durante el periodo de incubación.

#### IV. LITERATURA CITADA

Avícola metreco e.i.r.l.2018. guía de manejo de la planta incubadora. distribuidora y productora agrícola ltda.

<https://avicolametreco.cl/data/documents/guia-de-planta-de-incubacion.pdf>

Aviagen.2013. como supervisar volteo huevos disponible en [www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)

[http://en.aviagen.com/assets/tech\\_center/bb\\_foreign\\_language\\_docs/spanish\\_techdocs/hot-tos-es/como8-supervisar-volteo-huevos-es-2013.pdf](http://en.aviagen.com/assets/tech_center/bb_foreign_language_docs/spanish_techdocs/hot-tos-es/como8-supervisar-volteo-huevos-es-2013.pdf)

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)

Aves del corral. 2019

<https://avesdecorral.online/incubadora-huevos-volteo/>

Barboza, pitre.c. a.,2021. diseño de una incubadora de huevos de gallina para las granjas productoras y comercializadoras avícolas en el municipio de becerrilcesar.(tesis de licenciatura, fundación universidad de américa facultad de ingenierías programa de ingeniería mecánica bogotá d.c.).

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8615/1/4152992-2021-2-im.pdf>

Barrera, g. a.2006. diseño y construcción de una incubadora casera para huevo de gallina. facultad de medicina veterinaria y zootecnia.

[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_cartillas\\_cria\\_de\\_aves\\_como\\_usar\\_la\\_incubadora.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartillas_cria_de_aves_como_usar_la_incubadora.pdf)

Boerjan, m. 2005. genetic progress inspires change in incubator technology. revista world poultry. vol. 20(5):16-17.

<https://www.thepoultrysite.com/articles/genetic-progress-inspires-changes-in-incubator-technology>

Cobb 2008. guía de manejo de la incubadora. disponible en: cobb-vantress.com 11. cuca, g. m. (2004). estudios con calcio en gallinas ponedoras.

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

Concurso universitario feria de las ciencias. unam. 2017. diseño y construcción de una incubadora de huevo. disponible en:

<http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria21/feria218>

Consejos para la incubadora 2,. 2019. bm editores. publicado inicialmente en la revista international hatchery practice.

<https://bmeditores.mx/avicultura/consejos-para-la-incubadora-ii-2060/>

Callejo, r, a. tema\_07\_72\_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)

Cruz, Condori, r,j.2019. manejo operativo de una planta incubadora para mejorar el proceso de incubación.( diplomado en "sanidad y producción avícola" 2ª versión).

<file:///C:/Users/windows/OneDrive/Escritorio/CRUZ%20CONDORI%20ROSAYCELA%20JHENNIFER.pdf>

Donna hill, phd. 2016. incubadora la importancia del micro clima. revista avinews.

<https://avinews.com/incubadoras-la-importancia-del-microclima/#:~:text=la%20temperatura%20real%20del%20embri%c3%b3n,aire%20que%20rodea%20al%20embri%c3%b3n>.

Decuypere 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>

Emtech. 2020.volteo del huevo durante la incubación.

<https://www.emtech-systems.com/es/charlas-tecnicas/egg-turning-during-incubation-a-review-by-mohamed-mostafa-el-ashram/>.

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>

Guía de manejo de la incubadora, 2013. disponible en cobb-vantress.com

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

Givisiez, p. e. n.; furlan, r. l.; malheiros, e. b. & macari, m. incubation and rearing temperature effects on hsp70 levels and heat stress response in broilers. can. j. anim. sci., 83(2):213-20, 2003.

<https://www.mendeley.com/catalogue/89947e43-27f2-3b78-9646-9ae120308740/>

Gallego, d .v.,2014. proceso de incubación de pollito ross 308 en planta de incubación.(tesis de licenciatura, corporación universitaria lasallista ciencias administrativas y agropecuarias zootecnia.)

[http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1507/1/incubacion\\_pollito\\_ross\\_308.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1507/1/incubacion_pollito_ross_308.pdf)

Inta (s.f.). cría de aves. cómo usar la incubadora familiar. en línea.

[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_cartillas\\_cria\\_de\\_aves\\_como\\_usar\\_la\\_incubadora.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartillas_cria_de_aves_como_usar_la_incubadora.pdf)

Jamesway. (2005). sistema de incubación manual de operación para la incubación de huevos de gallina en sistemas de etapas múltiples. cambridge: jamesway

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>



Masaquiza, moposita d, a., Vargas,hidalgo j, s., ortiz,naveda,n. incubación artificial y producción de huevos. revista interdisciplinaria de humanidades, educación, ciencia y tecnología

[https://www.researchgate.net/publication/353793538\\_incubacion\\_artificial\\_y\\_produccion\\_de\\_huevos\\_artificial\\_incubation\\_and\\_egg\\_production](https://www.researchgate.net/publication/353793538_incubacion_artificial_y_produccion_de_huevos_artificial_incubation_and_egg_production)

Mauldin, j. 2001. guía de análisis de huevos no eclosionados para planta de incubación. revista avicultura profesional. vol. 19 (10):18. usa.

Macedo j.n.2018. implementación de una incubadora de huevos de aves para la mejora de la productividad en Tarapoto. (tesis de licenciatura, universidad cesar vallejo).

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27106/navarro\\_mj.pdf?sequence=1&isallowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27106/navarro_mj.pdf?sequence=1&isallowed=y)

Moctezuma kattan, r. a.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 facultad de medicina veterinaria y zootecnia escuela de medicina veterinaria).

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/10489/1/tesis%20med%20vet%20r%c3%a9nee%20alejandra%20moctezuma%20kattan.pdf>

Nancy,r. d., Guillermo o, Reyes m., Silva m., 2015. aumento de la temperatura de incubación en huevos de gallina araucana (gallus inauris): efecto sobre la mortalidad embrionaria, tasa de eclosión, peso del polluelo, saco vitelino y de órganos internos. escuela de medicina veterinaria, universidad santo tomás, sede temuco, chile.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0717-95022016000100009](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0717-95022016000100009)

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

Plata, chana, j.,2014. tecnología artificial para la incubacion de huevos de gallina.(tesis de licenciatura, universidad mayor de san andres facultad de ciencias puras y naturales carrera de informatica).

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7885/t.2801.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Quituzaca, villa. i. j., 2015. instalación y evaluación de una incubadora modelo para la facultad de ciencias pecuarias. (tesis de licenciatura, escuela superior politécnica de chimborazo facultad de ciencias pecuarias carrera de ingeniería zootécnica).

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5258/1/tesis.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).

[uaeh.edu.mx](http://uaeh.edu.mx)

Febolledo, p.o. estrada, j.m. 2017. efecto de la humedad en incubación sobre la incubabilidad y mortalidad embrionaria del pollo de engorda en el trópico seco mexicano. facultad de medicina veterinaria y zootecnia, universidad de colima, México.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s2448-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2448-61322017000200068)

[61322017000200068](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2448-61322017000200068)

S yalçın, e babacanoglu, hc. güler and m aksit. 2010. world's poultry science journal, 66:87-94

[https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/articulo\\_uab.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/articulo_uab.pdf)

Sarao, calderón, r., desarrollo y caracterización de material compuesto matriz yeso para incubadora de huevos de ave de corral energéticamente sustentable para zonas marginadas del estado de campeche. (tesis de licenciatura, universidad tecnológica de campeche).

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/788/1/ram%c3%b3n%20sarao%20calder%c3%b3n%20mer.pdf>

Wineland, m. 2014 importancia del volteo del huevo en la incubación.

<https://www.elsitioavicola.com/articles/2656/la-importancia-del-volteo-del-huevo-en-la-incubacion/>

## V. ANEXOS

Cuadro5.1 Problemas frecuentes en el proceso de incubación y posibles causas

<b><i>Problema</i></b>	<b><i>Posibles Causas</i></b>
<b>Huevos claros.</b>	Infecundidad, mortalidad embrionaria precoz, conservación prolongada, mal transporte.
<b>Embriones muertos entre el octavo y el décimo noveno día.</b>	Reproductores con alimentación deficiente, temperatura de incubación inadecuada, volteo insuficiente, mala ventilación, corte de corriente eléctrica.
<b>Mortalidad durante la eclosión.</b>	Humedad demasiado baja.
<b>Pollitos que están formados pero no pican y no tienen vitalidad.</b>	Defectos de volteo, deficiencias de temperatura.
<b>Pollitos lisiados (dedos torcidos, pico cruzado).</b>	Temperatura alta.
<b>Nacimiento anticipado.</b>	Temperatura de incubación excesiva.
<b>Nacimiento retrasado.</b>	Temperatura demasiado baja, ventilación deficiente, humedad elevada.

Fuente: inta

Figura 6.2. Perfil de incubadora de etapa múltiple

Época	Día	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Temperatura de embrión (°C)
Verano	1 - 18	37.39 - 37.44	53	37.78
Invierno	1 - 18	37.44	53	38.61

(avipecuaria)<https://actualidadavipecuaria.com/incubacion-de-huevos-en-etapa-multiple-versus-etapa-unica-parte-ii/>

Figura:6.3 Perfil de incubadora única

<b>Día</b>	<b>Temperatura de bulbo seco (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura de embrión (°C)</b>
0	38.0	53	37.8
1	37.9	53	37.8
2	37.8	53	37.8
3	37.7	53	37.8
4	37.7	53	37.8
5	37.7	53	37.8
6	37.7	53	37.8
7	37.7	53	37.8
8	37.7	53	37.8
9	37.7	53	37.8
10	37.5	53	37.8
11	37.2	53	37.8
12	36.9	53	37.8
13	36.7	53	37.8
14	36.4	53	38.1
15	36.4	53	38.3
16	36.3	53	38.5
17	36.2	53	38.6
18	36.2	53	38.6

(avipecuaria)<https://actualidadavipecuaria.com/incubacion-de-huevos-en-etapa-multiple-versus-etapa-unica-parte-ii/>

Cuadro 5.4 Tabla de incubación

Especies de aves:	Temperatura (°C)		Humedad (RH%)		Rotura del cascarón	Eclosión
	Incubadora	Nacedora	Incubadora	Nacedora	(Días)	(Días)
<b>Gallinas</b>	37,5	37,0	52	75	18	21
<b>Pato</b>	37,5	37,0	58	75	25	28
<b>Muscovy</b>	37,5	37,0	60	75	31	34
<b>Ornamentales</b>	37,5	37,0	55	75	19-27	22-30*
<b>Ganso</b>	37,5	37,0	55	75	28	31
<b>Chino</b>	37,5	37,0	55	75	27	30
<b>Ligero</b>	37,5	37,0	45	75	27-30	30-33*
<b>Pesado</b>	37,5	37,0	50	75	31-33	34-36*
<b>Pavo</b>	37,5	37,0	55	75	25	28
<b>Gallina de Guinea</b>	37,5	37,0	55	75	25	28
<b>Codorniz</b>						
<b>Coturnix</b>	37,5	37,0	45	75	15	18
<b>Bobwhite</b>	37,5	37,0	45	75	20	23
<b>Chino</b>	37,5	37,0	45	75	12	16
<b>Faisán</b>						
<b>Salvaje</b>	37,5	37,0	50	75	21	24
<b>Ornamentales</b>	37,5	37,0	50	75	20-25	23-28*
<b>Perdiz</b>	37,5	37,0	47	75	20	23
<b>Pavo real</b>	37,5	37,0	50	75	25	28
<b>Palomas</b>	37,5	37,0	50	75	12-13	15-16*
<b>Halcones</b>	37,0	37,0	40	45	31	33
<b>Merlins</b>	37,5	37,0	50	50	28	32
<b>Cisne</b>	37,5	37,0	50	75	26-32	30-36*
<b>Avestruz</b>	36,0	35,5	30	75	35	42
<b>Emú</b>	36,0	35,5	40	75	46	50-52
<b>Nandú</b>	36,0	35,5	40	75	33	36
<b>Loros</b>	37,5	36,6	50	75	15-26	18-29*

cinegética oriente.wordpress.com

Cuadro 5.5 Diagnósticos de problemas de nacimientos.

<b>Nacimientos tempranos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta temperatura -1 a 19 días</li> <li>• Huevos pequeños</li> </ul>
<b>Nacimientos tardíos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajas temperaturas o humedad 1 a 19 días</li> <li>• Almacenamiento de huevo</li> <li>• Huevos grandes</li> <li>• Baja temperatura en la nacedora</li> </ul>
<b>Pollitos pegajosos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas muy altas 20 a 21 días</li> <li>• Almacenamiento de huevos</li> <li>• Huevos rotos en la bandeja</li> <li>• Inadecuado volteo</li> </ul>
<b>Malas posiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Huevos colocados hacia abajo</li> <li>• Huevos deformes</li> <li>• Inadecuado volteo</li> </ul>
<b>Ombligos abiertos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altas temperaturas 1 a 19 días</li> <li>• Alta humedad 20 a 21 días</li> <li>• Almacenamiento de huevos</li> </ul>
<b>Problemas locomotores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación de la temperatura durante la incubación</li> <li>• Edad del lote</li> <li>• Manejo de los huevos la primera semana de incubación</li> </ul>
<b>Pollitos anormales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pico torcido: Hereditario o infección viral</li> <li>• Pérdida de ojos: Altas temperaturas o manejo</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuello anormal: Nutrición</li> <li>• Dedos torcidos: Temperatura y nutrición</li> <li>• Piernas abiertas: Superficie lisa en las bandejas de la nacedora</li> </ul>
--	--

(Guía de Manejo de la Incubadora Cobb)

Cuadro 5.6 Intercambio gaseoso durante la incubación

Intercambio gaseoso durante la incubación		
Día de incubación	Absorción de oxígeno (ft <sup>3</sup> )	Expulsión de dióxido de carbono (ft <sup>3</sup> )
1	0.50	0.29
5	1.17	0.58
10	3.79	1.92
15	22.70	11.50
18	30.00	15.40
21	45.40	23.00

(Fuente: Romanov, A.L., 1930. *Journal of Morphology*, 50:517-525)



