

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



Medición de los acontecimientos técnicos en un proceso de incubación
en huevos de gallina del día 1 al nacimiento

Por:

ANDREA LIZETH REYES GARCIA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Marzo del 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Medición de los acontecimientos técnicos en un proceso de incubación
en huevos de gallina del día 1 al nacimiento

POR:

ANDREA LIZETH REYES GARCIA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

Ing. Ricardo Deyta Monjaras

Asesor principal

M.C. Pedro Carrillo López

Coasesor

Dra. Laura E. Padilla González

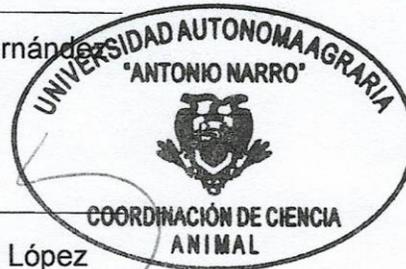
Coasesor

M.C Manuel Torres Hernández

Suplente

M.C. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal



DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi mayor inspiración para terminar mis estudios universitarios.

A Dios, por ser el ser supremo que me lleno de fuerza y sabiduría cuando más lo necesité.

A mi familia, por ser mi fortaleza en todo momento.

A la universidad, por brindarme las herramientas necesarias para desenvolverme en el mundo laboral.

A mi mascota, al mejor amigo que me acompañó desde mis 10 años y estuvo conmigo en todo momento, en altas y bajas, mi vaquero (+).

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a mis padres, por estar siempre apoyándome, en todo por más elocuente que sean mis ideas. Por siempre estar conmigo, a ellos les debo mi carrera profesional y toda mi vida. Gracias padres, por darme siempre más de lo que necesitaba y enseñarme a ganarme las cosas, gracias por enseñarme a trabajar y darme las herramientas para defenderme en la vida.

Gracias a mi padre Emilio Reyes, por enseñarme con actos el valor de la tenacidad y responsabilidad, gracias por ser un padre amoroso pero también duro cuando se necesitó, gracias a eso hoy estoy cumpliendo mis sueños. Infinitas gracias por darme todo por mí y mi hermano, te amo mucho.

Gracias a mi madre, Gabriela García, por ser más que una mejor amiga, una confidente, por siempre estar apoyándome, gracias por el amor que me das, por todo aquello que haces por mí, por no dejar que me rindiera y siempre comprenderme, te amo mucho.

No tengo las palabras para agradecer tanto lo que mis padres han hecho por mí, simplemente gracias por todo. Son mi más grande admiración y ejemplo.

A mi hermano Erick, mi cuñada Abigail y mis sobrinos Emily y Adrián, por siempre estar al pie del cañón apoyándome y alentándome en todo momento, los quiero mucho.

A mi asesor, Ricardo Deyta Monjarás, por apoyarme durante mi carrera profesional, convirtiéndose en un amigo para mí. Por alentarme y apoyarme en mis proyectos.

A mis maestros y asesores Pedro Carrillo y Laura Padilla. Gracias por ser un ejemplo a seguir como profesionistas, por sus enseñanzas dentro y fuera del salón de clases.

A mi maestro Cesar Quijano, por ser una de mis inspiraciones para entrar a la universidad.

A mis amigas Nelda, Karely y Andrea, por siempre estar para mí para brindarme apoyo y cariño durante esta etapa, gracias por todo lo que hemos pasado juntas y por enseñarme el verdadero valor de la amistad.

A mi primo Jesús, mi mejor amigo, mi hermano. Gracias por todo, por acompañarme durante mis proyectos, por ayudarme durante mi escritura, por apoyarme en todo y siempre estar para mí.

A mis abuelos que aunque ya no se encuentran presentes siempre creyeron en mí.

A mis abuelas, por darme todo ese amor y cariño.

A mis tías, tíos y primas, por siempre creer en mí.

A mis amigos del árbol de la hueva, Orlando, Luis Angel, Raul, Luis, Paola, Ricardo, Nata, Bere, Lizbeth (+), Alan, por hacer de esta etapa algo inolvidable y divertida.

A mi maestro de danza folclórica Juan Manuel Molina Aguirre, por compartirme de sus conocimientos en algo que me apasiona tanto.

A mi compañera de tesis, Aracely Galaviz, por hacer más ameno este proyecto.

Y a todas y cada una de las personas, amigos y maestros que hasta la fecha me apoyan y me ayudaron a llegar a concluir esta etapa tan importante en mi vida.

Manifiesto de Honestidad Académica

El suscrito Andrea Lizeth Reyes García, egresado de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41175060 y autor de la presente tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicada por otros autores y utilizada en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redacta según su criterio y apreciación de tal manera que no se han incurrido en el copiado y pegado.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos. En consecuencia, eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico, a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.
6. Juro por mi honor: honrar y respetar, siempre y en todo lugar, a la Universidad Autónoma Agraria Antonio narro y enaltecer con mis actos la profesión y el título que ostentaré.

A T E N T A M E N T E

Firma

Andrea Lizeth Reyes García Tesista de licenciatura UAAAN

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el de observar el comportamiento del desarrollo embrionario en un lote de 343 huevos de procedentes del estado de México, el tiempo en tránsito fue de 10 horas aproximadamente, el periodo de observación contempló desde el primer día de incubación hasta la eclosión, fue necesario detectar la incidencia de cierta problemática dentro del proceso, pues es sabido que existe influencia de distintos factores principalmente temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación, además del transporte, manejo de las camas y nidos, fertilidad, almacenamiento, nutrición de los progenitores, entre otros, estos últimos como factores externos. Este trabajo se realizó haciendo uso de la incubadora propiedad de la granja avícola del departamento de producción animal, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; la capacidad de la incubadora por ciclo es de 432 huevos.

Cabe señalar que este trabajo es completamente descriptivo ya que el objetivo fue observar el comportamiento de un ciclo de incubación de 19 días en la incubadora.

Porcentualmente hablando y de manera inicial solo el 94.7 por ciento (%) fue viable para la incubación, descartando el 5.24% debido a factores diversos que ponen en riesgo la incubación; es importante mencionar que a partir de ahí se trató de mantener la temperatura en un rango de 36.5 grados centígrados (°C) a 37°C y una humedad relativa en un rango de 50% a 60%, para una incubación exitosa, cuidando también del volteo que se realizó automáticamente cada 2 horas, con un ángulo de 45 grados (°) de inclinación y una ventilación constante.

Como resultado se obtuvo un 24.49% de muerte embrionaria temprana, 19.24% de huevos infértiles, 16.33% muerte tardía, 12.24% de huevos contaminados. Solo el 17.49% de nacimientos, constituyendo un porcentaje muy bajo debido a factores externos a la incubadora.

Evidentemente la influencia de factores internos y externos pueden llegar a incidir en un proceso de incubación, sin embargo, el tema de la contaminación podría tener efectos mayores que limiten buenos resultados.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVO GENERAL	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Historia.....	4
2.2 Periodos de incubación.....	4
2.2.1 Concepto de incubación.....	5
2.3 Tipos de incubadoras.....	6
2.3.1 Incubadoras de carga múltiple.....	6
2.3.2 Incubadoras de carga única	6
2.4 Manejo del huevo incubable	7
2.5 Método de Ovoscopia	8
2.5.1 Concepto de cáscara y función	8
2.5.2 Calidad de la cáscara	9
2.5.3 Concepto de cámara de aire y función	10
2.5.4 Concepto de yema, clara y su función.....	10
2.6 Desarrollo embrionario.....	11
2.7 Saco vitelino.....	16
2.8 Amnios	16
2.9 Alantoides	16

2.10 Posición del huevo incubable.....	16
2.11 Temperatura de la cascara	17
2.12 Muerte embrionaria	17
2.12.1 Muerte temprana	17
2.12.2 Muerte mediana.....	17
2.12.3 Muerte tardía	18
2.13 Transferencia de la incubadora a la nacedora	20
2.14 Factores internos en la incubación	20
2.14.1 Temperatura	20
2.14.2 Humedad relativa.....	22
2.14.3 Volteo	23
2.14.4 Ventilación	24
2.15 Factores externos a la incubadora que afectan el desarrollo embrionario.....	25
2.15.1 Temperatura	25
2.15.2 Factores genéticos	25
2.15.3 Tiempo de almacenamiento	26
2.15.4 Alimentación de los reproductores.....	26
2.15.5 Relación machos/hembras	27
2.15.6 Edad de los reproductores.....	27
2.15.7 Manejo de los nidos y camas.....	27
2.15.8 Transporte de huevos	28
3. METODOLOGIA	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5. CONCLUSIÓN	43

7. LITERATURA CITADA	44
----------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Periodos de incubación (Smith, 2013).	5
Figura 2. Defectos en huevos fértiles (Altech, 2014).	9
Figura 3. Partes del huevo fértil (González, 2018).	11
Figura 4. Etapas y soluciones en el desarrollo embrionario (Cobb, 2013).	13
Figura 5. Etapas y soluciones en el desarrollo embrionario. (Cobb, 2013).	14
Figura 6. Etapas y soluciones en el desarrollo embrionario. (Cobb, 2013).	15
Figura 7. Problemas al nacimiento (Cobb, 2013).	19
Figura 8. Recomendaciones y valores para la incubación (Smith, 2013).	22
Figura 9. Valores de temperatura (Boerjan y Poultry, 2006).	22
Figura 10. Calidad del huevo, con respecto a la edad de las reproductoras. Adaptado de: Vázquez et al., 2006	27
Figura 11. Ubicación UAAAN.	29
Figura 12. Incubadora.	29
Figura 13. Temperatura y Humedad Relativa	29
Figura 14. Atemperamiento de los huevos en la antesala de la incubadora	30
Figura 15, 16 y 17. 1ª ovoscopia de prevención previa a incubar huevo fértil	30
Figura 18. Incubando	31
Figura 19. Humedad relativa.	31
Figura 20. Temperatura.	31

Figura 21. Embrión de 6 días.....	32
Figura 22. Embrión de 8 días.....	32
Figura 23. Transferencia de huevos a la nacedora.....	33
Figura 24. Muerte embrionaria temprana.....	35
Figura 25. Huevo bomba.....	35
Figura 26. Muerte embrionaria mediana.....	35
Figura 27. Muerte embrionaria tardía.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Tabla 1. Comportamiento global.....	34
Tabla 2. Comportamiento por talla.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Grafica 1. Comportamiento global.....	36
Grafica 2. Comportamiento de la talla 1.....	40
Grafica 3. Comportamiento de la talla 2.....	40
Grafica 4. Comportamiento de la talla 3.....	41

1. INTRODUCCIÓN

En la producción avícola, la incubación es el proceso donde se obtienen pollitos de huevos fértiles. Es un proceso clave para la obtención de pollitas para puesta y de pollitos para carne. Hay empresas dedicadas a facilitar el proceso de incubación, aunque también los productores pueden implementar el proceso en sus granjas (Cuellar, 2021).

El embrión se va nutriendo de las sustancias que contiene la yema; a medida que el futuro ser va creciendo, va extendiéndose primero por la yema, y después por la clara hasta abarcar la totalidad del interior (Castillo, 2011).

Controlar que la incubadora se encuentre con la temperatura y humedad óptima antes de la introducción de los huevos, posterior a la carga se deberá revisar nuevamente comprobando que se mantenga. Incrementar la temperatura ambiental a 23 °C durante las 18 horas previas a ponerlos a incubar, los huevos no deben ingresar fríos para evitar cambios bruscos de temperatura dentro de la incubadora y que el vapor de agua se condense en la cáscara y tapone sus poros (Larrosa, 2017).

Es recomendable que la incubadora esté colocada en una habitación con una temperatura comprendida entre los 15 y 23° C. y, que esta habitación, tenga una buena ventilación pero sin corrientes de aire (Castillo, 2011).

La recomendación para un mejor desarrollo del pollito es de 55 a 60% de humedad relativa con esto garantizamos mejores nacimientos y baja mortandad al primer día.

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 (Cobb, 2013).

El volteo se realiza cada dos horas a un ángulo de 45° evitando que el pollito se adhiera a las membranas de la cascara deteniendo su desarrollo embrionario.

El volteo del huevo permite la difusión de gases dentro de los huevos y entre los huevos y el ambiente externo. Es crítico, particularmente durante la primera semana

de incubación, debido a la larga distancia entre el embrión y la cáscara, y a la alta densidad de albúmina (Mostafa, 2020).

La ventilación baja reduce la disponibilidad de oxígeno necesaria para el desarrollo embrionario y puede sobrecalentar el embrión causando huevos o pollitos sobrecalentados, que, a su vez, los predispone a la ascitis (Cobb, 2008).

El control de los parámetros de temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación, garantiza una incubación más viable y de esta manera obtener un mayor número de nacimientos, conversión alimenticia alta, resistentes a enfermedades y por lo tanto pollos de alta calidad.

1. OBJETIVO GENERAL

Dar acompañamiento al proceso de incubación del día 1 al día del nacimiento, a sabiendas de la influencia de algunos factores como temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación, para registrar los acontecimientos observados en todo este periodo, hasta conocer el porcentaje total de nacimientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia

La incubación artificial de los huevos avícolas es una práctica muy antigua. Aristóteles escribía en el año 400 A.C. que los egipcios incubaban huevos espontáneamente en pilas de estiércol. Los chinos desarrollaron la incubación artificial por lo menos hacia el año 246 A.C. La temperatura adecuada se juzgaba al colocar un huevo incubado en la órbita del ojo de una persona para hacer una determinación precisa. Los cambios de temperatura se efectuaban en la incubadora al mover los huevos, al añadir más de éstos para usar el calor del desarrollo embrionario de los huevos más viejos y mediante la regulación del flujo de aire fresco a través del área de nacimientos. La construcción, uso y patente de las incubadoras artificiales en Estados Unidos datan de alrededor de 1844. La incubadora Smith, prácticamente un cuarto grande con ventiladores para forzar el aire caliente en todas las partes de la cámara de incubación, se patentó en 1918 (Berry, 2007).

2.2 Periodos de incubación

El tiempo de incubación se ve influenciado por diversos factores: En términos generales, el tiempo que se necesita para completar el desarrollo de un embrión de un día a un pollito de un día de nacido depende de la especie. El embrión de un pollito nace después de 21 días de incubación, mientras que los pavos y los patos rompen el cascarón luego de 28 días. No obstante, en todas las especies. La duración de la incubación y, por lo tanto, el tiempo en que se sacan los polluelos varía entre los distintos lotes de huevos (Boerjan, 2014).

Los periodos de incubación promedio en distintas especies se muestran a continuación en la figura 1:

Especie	Periodo incubación días	Temp ° F ¹	Humedad ° F ²	No voltear después de	Humedad últimos 3 días ²	Abrir más la entrada de aire
Pollo	21	100	85-87	día 18	90	día 18
Pavo	28	99	84-86	día 25	90	día 25
Pato	28	100	85-86	día 25	90	día 25
Pato Muscovy	35-37	100	85-86	día 31	90	día 30
Ganso	28-34	99	86-88	día 25	90	día 25
Gallinita de Guinea	28	100	85-87	día 25	90	día 24
Faisán	23-28	100	86-88	día 21	92	día 20
Pavo Real	28-30	99	84-86	día 25	90	día 25
Codorniz Bobwhite	23-24	100	84-87	día 20	90	día 20
Codorniz Común	17	100	85-86	día 15	90	día 14
Perdiz Chukar	23-24	100	81-83	día 20	90	día 20
Urogallo	25	100	83-87	día 22	90	día 21
Paloma	17	100	85-87	día 15	90	día 14

Figura 1. Periodos de incubación (Smith, 2013).

2.2.1 Concepto de incubación

La incubación, natural o artificial, es el proceso por el cual el embrión finaliza su desarrollo morfológico, iniciado dentro de la gallina. Por tanto, la incubación artificial, debe entregar al huevo condiciones ambientales óptimas, similares a las del proceso natural, para el desarrollo embrionario. 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).

2.3 Tipos de incubadoras

El tamaño y el tipo de incubadora seleccionados depende de las necesidades y de los planes futuros de cada productor. Muchos tipos de modelos están disponibles. Para los ajustes continuos, se recomiendan unidades separadas de incubadora y criadoras. Pero si todos los huevos en la unidad están en la misma etapa de la incubación, una sola unidad puede ser utilizada (Smith, 2013).

2.3.1 Incubadoras de carga múltiple

En una incubadora de carga múltiple, existe una mezcla de fases de desarrollo embrionario, lo cual implica que no hay flexibilidad para ajustar el ambiente a fin de obtener las condiciones óptimas (Banwell, 2016).

Estos equipos son relativamente simples de operar y generan buenos resultados, a costos bastante razonables. Estas incubadoras son la opción menos exigente en cuanto a la ventilación necesaria para lograr temperaturas bastante adecuadas y relativamente uniformes en forma consistente. Lo anterior, es siempre muy importante para obtener nacimientos uniformes, alta incubabilidad y una buena calidad de pollito. Una desventaja en este tipo de incubadoras es la dificultad que presentan para efectuarles una limpieza completa y sanear el interior de la máquina, a menos que la unidad se encuentre vacía y en rotación para limpieza y mantenimiento. El sistema es también intensivo en mano de obra para embandejar huevos durante cargas y transferencias. Las incubadoras de carga múltiple y carros para el huevo son más fáciles de limpiar eficazmente pero son más exigentes que las de estanterías fijas, en cuanto a la ventilación necesaria para obtener una alta incubabilidad en forma consistente. La distribución de las distintas edades de embriones incubados al interior de la máquina no es tan homogénea como en el caso de los modelos de estanterías fijas (Salazar, 2011).

2.3.2 Incubadoras de carga única

El sistema moderno de carga única exige que el usuario sepa, mediante un análisis adecuado de los datos y unos buenos conocimientos sobre incubación, qué condiciones necesita el embrión en las diferentes fases de desarrollo (Banwell, 2016).

Las incubadoras de carga única ofrecen la mejor opción en cuanto a higiene y limpieza de las incubadoras. El concepto todo-dentro, todo-fuera de estas unidades de carga única posibilitan lograr una mayor bioseguridad y limpieza. Adicionalmente, la modalidad de carga única mejora la calidad del pollito a través de incubación y nacimientos aislados, especializados de cada lote de huevos y pollitos. La incubación de carga única es la opción más exigente y menos flexible en términos de manejo, monitoreo (dióxido de carbono) y, mantenimiento de los equipos. Los requerimientos de ventilación, necesarios para obtener buenos nacimientos en forma consistente, son más específicos y permiten márgenes de error más estrechos. Todos necesitan ventilación, temperatura y humedad muy precisas y constantes, en forma simultánea, en cada sección de la incubadora. Lo mismo se aplica en cuanto al nivel de oxigenación, dióxido de carbono, condiciones de humedad y pérdida de peso de los embriones (Salazar, 2011).

2.4 Manejo del huevo incubable

Las precauciones para obtener pollitos de calidad comienzan en la granja de las reproductoras, una vez que el pollito ha nacido no hay mucho que hacer, la calidad del pollito está determinada por varios factores. Las reproductoras deben estar libres de enfermedades, tienen que haber desarrollado de acuerdo a los estándares de la línea genética, tener buena uniformidad, haber cumplido con el programa de vacunación mínimo requerido, no adelantar el inicio de producción aumentando la alimentación, incrementar el alimento de acuerdo a la producción o las aves se van a engordar lo que va a llevar a una baja producción y menor persistencia, se debe tener una buena nutrición en las reproductoras para mantener una alta incubabilidad y buena calidad de pollitos, un exceso de machos al apareamiento puede producir peritonitis en las hembras, se afecta la fertilidad, resultando en una disminución de la calidad de la incubabilidad (Solano, 2016).

Se pueden utilizar para incubar los huevos ligeramente sucios sin causar problemas de incubación, pero no se deben guardar los huevos sucios. No es recomendable lavar los huevos sucios. Los huevos preferentemente se almacenan en una zona fría y húmeda. Las condiciones ideales de almacenamiento incluyen una temperatura de 55

grados F (12 C) y una humedad relativa de 75%. Almacenar los huevos con el extremo más pequeño apuntado hacia abajo. Cambiar los huevos de posición periódicamente si no los incubará en 4 a 6 días. Girar los huevos a una nueva posición una vez al día hasta colocarlos en la incubadora (Smith. 2013).

2.5 Método de Ovoscopia

La ovoscopia es un método diafanoscópico que se basa en la traslucidez de la cáscara y en las diferencias de transmisión lumínica que presentan las estructuras internas del huevo, modificadas más o menos según las alteraciones. El huevo debe colocarse ante el foco luminoso en posición vertical. El interior del huevo queda completamente iluminado y la cáscara muestra su estructura porosa, estando influenciada la observación por el color de la cáscara (Universidad de Murcia).

Durante el proceso de incubación, los huevos se pasan por el ovoscopio para determinar el número de huevos infértiles y huevos con embriones muertos, los cuales se indican juntos como 'claros'. Esto se puede realizar desde el día 5 o 6 de la incubación mediante una luz de ovoscopio individual, pero esto requiere mucho tiempo y es evidente el riesgo de errores al pasar por el ovoscopio (por ejemplo, retiro accidental de un huevo con un embrión vivo normal). El riesgo de errores al pasar por el ovoscopio se reduce si el proceso se realiza el día 9 o 10 de la incubación. Los huevos claros transferidos a la incubadora crean un clima inestable en las bandejas, debido a que no producen calor metabólico. Cuando se utilizan separadores automáticos de pollitos, los huevos hueros tienen probabilidad de romperse y causar pollitos 'pintados'. No se debe pasar por ovoscopio entre los 11 y 14 días de incubación, debido a que esto interrumpe el movimiento del embrión hacia el eje longitudinal del huevo (Lange, 2011).

2.5.1 Concepto de cáscara y función

La cáscara de huevo es una capa delgada mineral (aproximadamente de 350 micras de espesor) que protege el contenido del huevo contra impactos mecánicos, deshidratación y la contaminación por microorganismos (Nys *et al.*, 1999; Hincke *et al.*, 2012). Esta capa está perforada por numerosos poros que permiten el intercambio

de gases necesarios para la respiración del embrión. También suministra el calcio necesario para el desarrollo del esqueleto (Rodríguez, 2021).

En la cáscara se pueden apreciar las grietas o fisuras, manchas y los defectos de calcificación como los depósitos de cal y las calcificaciones defectuosas. Las manchas de sangre internas aparecen como sombras de color oscuro o rojizo. En los huevos con la yema adherida a la cáscara, la yema aparece inmóvil dando una sombra más oscura en la zona de contacto. (Universidad de Murcia).

2.5.2 Calidad de la cáscara

Según Fernández y Arias (2000); Ricaurte (2005), mencionan que el grosor de la cáscara varía entre 1,4 y 2,4 mm, con un valor medio entre 1,8 y 2,0 mm, influyendo en la mayor o menor pérdida de agua durante el proceso de incubación. Por lo tanto, se deben eliminar huevos con cáscaras delgadas, que presenten poros y/o deposiciones de calcio, ya que presentarán problemas durante la incubación. (Moya y Bermúdez, 2017).



Figura 2. Defectos en huevos fértiles (Altech, 2014).

2.5.3 Concepto de cámara de aire y función

Aunque no forma parte propiamente de la cáscara, está ubicada entre la cáscara y la clara, y es un espacio relleno de aire que ayuda a los expertos a determinar la frescura del huevo. Si está recién puesto, la cámara de aire es casi inapreciable, de apenas 3 mm, pero su grosor va aumentando a medida que pasan los días (Pazo de Vilane, 2021).

En el ángulo obtuso se puede apreciar la cámara de aire del huevo, y su altura nos indica la edad del huevo. En el huevo fresco (recién puesto) la cámara de aire presenta una altura de 3 mm, pero aumenta conforme pasa el tiempo desde la puesta. En huevos de 1 a 4 semanas la cámara de aire presenta una altura comprendida entre 4 y 6 mm, en huevos de 6 semanas a 4 meses la cámara de aire supone 1/6 del huevo y su altura está comprendida entre 11 y 18 mm y para los huevos de más de cuatro meses la cámara de aire ocupa un tercio del huevo (Universidad de Murcia).

2.5.4 Concepto de yema, clara y su función

Estructuralmente la yema se puede considerar como una dispersión que contiene una serie de partículas uniformemente distribuidas en una solución proteica o plasma. Las partículas varían en tamaño y composición; y representan entre un 19% y un 23% de los sólidos totales de la yema, y están compuestas en distintas proporciones por proteínas, grasas y minerales. El plasma está compuesto por proteínas globulares que al parecer proceden de la sangre de la gallina y por una fracción proteica de baja densidad. La clara está compuesta casi en 90% por agua. El resto son proteínas con vestigios de minerales, materia grasa, vitaminas y glucosa. La clara se puede considerar como un sistema proteico compuesto por fibras de ovomucina incluidas en una solución acuosa de numerosas proteínas globulares. La capa densa de la clara (clara espesa) se diferencia de la capa fluida en que la primera tiene 4 veces más fibras de ovomucina (Araneda, 2022).

Fijándose en una ovoscopia más detenidamente, en la posición que corresponde a la yema distinguimos una sombra rosa en posición central y no móvil. Cuando los huevos son fecundados y están entre el día 1º y 4º de incubación se puede observar la formación de vasos sanguíneos alrededor del disco germinativo, a partir del 5º día

de incubación se empieza a apreciar el embrión. A veces en el interior del huevo aparecen manchas oscuras pegadas en el interior de la cáscara o en la clara y yema, que se corresponden con infestaciones por hongos y putrefacciones microbianas. Conforme envejece el huevo se produce la licuefacción del saco albuminoso y de las chalazas, mejora la transmisión de la luz y facilita la movilidad de la yema, y la sombra de ésta aparece con más intensidad, pierde esfericidad, se ensancha y la clara puede tomar color amarillo claro. Sin embargo, cuando el huevo es viejo sobre la yema actúan diversas enzimas lipolíticas y glucolíticas y sobre la clara actúa la tripsina degradando la mucina lo que origina una pérdida de consistencia de la clara densa. Un huevo conservado durante 4 o 6 meses aumenta el tamaño de la cámara, la clara aparece turbia y la yema oscura (Universidad de Murcia).

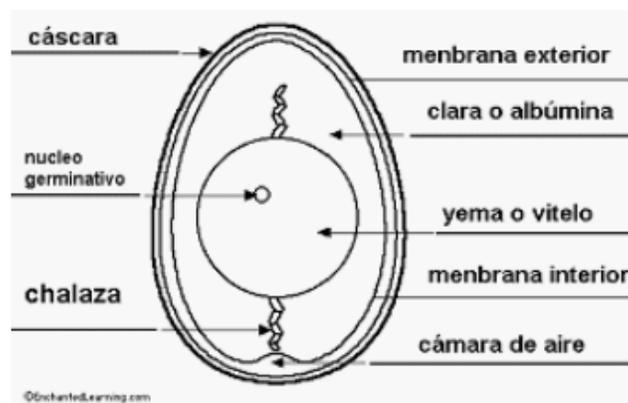


Figura 3. Partes del huevo fértil (González, 2018).

2.6 Desarrollo embrionario

El desarrollo embrionario de una única célula fertilizada hacia el animal autosuficiente en un tiempo relativamente corto, es un proceso complejo y muy interesante. Debido a los diferentes periodos de incubación de las diferentes especies aviares, puede haber elementos característicos en el desarrollo del embrión a tiempos ligeramente diferentes (Berry, 2007).

Al comenzar la incubación, dentro de la cáscara porosa del huevo, se empiezan a desarrollar tres membranas: el amnios, el corion y el alantoides. Este sistema de membranas tiene vasos sanguíneos que permiten al ave en desarrollo obtener oxígeno

y desechar dióxido de carbono. En su interior se encuentra la clara (sustancia que contiene albúmina entre otros importantes componentes) y la yema (que contiene gran cantidad de vitelo nutritivo) (Castillo, 2011).

La velocidad del desarrollo embrionario varía en función de muchos factores, entre ellos el origen del huevo, la conservación previa, la temperatura de incubación, etc. Las diferencias son más notables los primeros días de la incubación. Sin embargo es necesario tomar algún parámetro para poder establecer comparaciones. Hamburger y Hamilton en 1951 dividieron los 21 días de incubación en 45 estadios que corresponden a la aparición de caracteres morfológicos precisos (Ricaurte 2005).

Etapas de desarrollo	Solución de problemas	
DÍA 1 <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de desarrollo de tejido 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja fertilidad • Pre-incubación • Inadecuada fumigación • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Manejo brusco del huevo • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 2 <ul style="list-style-type: none"> • Visible desarrollo de tejidos • Presencia de vasos sanguíneos 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja fertilidad • Pre-incubación • Inadecuada fumigación • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Manejo brusco del huevo • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 3 <ul style="list-style-type: none"> • Latidos cardiacos • Presencia de vasos sanguíneos 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja fertilidad • Pre-incubación • Inadecuada fumigación • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Manejo brusco del huevo • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 4 <ul style="list-style-type: none"> • Pigmentación del ojo 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 5 <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de codos y rodillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 6 <ul style="list-style-type: none"> • Presencia del pico • Comienza movimientos voluntarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas

Figura 4. Etapas y soluciones en el desarrollo embrionario (Cobb, 2013).

DÍA 7 <ul style="list-style-type: none"> • Comienza crecimiento de la cresta • Comienza a aparecer la punta del pico 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 8 <ul style="list-style-type: none"> • Inicia desarrollo de pluma • Picos superior e inferior igual en longitud 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 9 <ul style="list-style-type: none"> • Embrión empieza a parecerse a un ave • Aparece abertura de la boca 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 10 <ul style="list-style-type: none"> • Punta del pico prominente • Presencia de uñas de los dedos 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 11 <ul style="list-style-type: none"> • Cresta aserrada • Presencia de las plumas de la cola 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 12 <ul style="list-style-type: none"> • Dedos completamente formados • Primeras plumas visibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 13 <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de queratina en los tarsos • Cuerpo cubierto con plumas 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas

Figura 5. Etapas y soluciones en el desarrollo embrionario (Cobb, 2013).

Etapas de desarrollo	Solución de problemas	
DÍA 14 <ul style="list-style-type: none"> • Embrión gira la cabeza hacia el extremo más largo del huevo 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente tiempo de espera del huevo • Incubación brusca de huevos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 15 <ul style="list-style-type: none"> • Intestinos se ubican en la cavidad abdominal 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 16 <ul style="list-style-type: none"> • Plumas cubren el cuerpo completo • El albumen casi desaparece 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 17 <ul style="list-style-type: none"> • Disminución del fluido amniótico • Cabeza está entre las piernas 	<ul style="list-style-type: none"> • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos invertidos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 18 <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del embrión casi completo • Saco vitelino aún fuera del embrión • Cabeza debajo del ala derecha 	<ul style="list-style-type: none"> • La nacedora es abierta varias veces durante el ciclo de nacimiento • Transferencia brusca de huevos • Huevos rotos en la transferencia • Bandejas y nacedora húmedas 	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia inconsistente • Volteo inadecuado • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos invertidos • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 19 <ul style="list-style-type: none"> • Saco vitelino entra a la cavidad corporal • Fluido amniótico desaparece • Embrión ocupa la mayor parte del espacio del huevo (no en la cámara de aire) 	<ul style="list-style-type: none"> • La nacedora es abierta varias veces durante el ciclo de nacimiento • Transferencia brusca de huevos • Huevos rotos en la transferencia • Bandejas y nacedora húmedas 	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia inconsistente • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas
DÍA 20 <ul style="list-style-type: none"> • Saco vitelino entra totalmente dentro del cuerpo • Embrión se convierte en un polluelo (respirando en la cámara de aire) • Picoteo de cáscara interna y externa 	<ul style="list-style-type: none"> • La nacedora es abierta varias veces durante el ciclo de nacimiento • Transferencia brusca de huevos • Huevos rotos en la transferencia • Bandejas y nacedora húmedas 	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia inconsistente • Temperatura inadecuada • Humedad inadecuada • Ventilación inadecuada • Huevos contaminados • Nutricional/drogas/toxinas

Figura 6. Etapas y soluciones en el desarrollo embrionario (Cobb, 2013).

2.7 Saco vitelino

Es la membrana que contiene el vitelo o alimento en la yema. Está conectada al cordón umbilical y contiene vasos sanguíneos. La utilización de la yema es gradual al inicio de la incubación, y es muy acelerada en los últimos 5 días. Al comienzo, del 25 al 30 por ciento de la yema permanece sin usar; esto es transferido al cuerpo del polluelo, a través del ombligo, justo antes del nacimiento. Ahí es absorbido durante la primera semana de vida fuera de la cáscara. Su función es nutricional. Sus paredes absorben materiales alimenticios de la albúmina dentro de los vasos sanguíneos, para nutrir al embrión (Castillo, 2011).

2.8 Amnios

Es una bolsa llena de líquido dentro de la cual se desarrolla el embrión. Su función principal es proporcionar ambiente fluido y protección. La aparición de esta membrana constituyó un suceso importantísimo en la evolución de los vertebrados terrestres, pues permitió que los huevos pudieran ser colocados fuera del agua sin que el embrión se deshidratase (Pina y Valero, 2006).

2.9 Alantoides

Es una membrana también en forma de saco que está conectada con el tubo digestivo; cumple dos funciones: como órgano respiratorio, llevándole oxígeno al embrión y expulsando el dióxido de carbono (intercambio de gases a través de la cascara del huevo), y como órgano excretor: el riñón excreta sus productos dentro del alantoides (depósito de los productos de desecho que no pueden salir del huevo) (Castillo, 2011).

2.10 Posición del huevo incubable

Los huevos se deben de colocar con la parte grande (punta roma) hacia arriba para obtener mejores resultados. Sin embargo, se puede obtener una eclosión muy buena si los huevos se colocan de lado. Una muy mala eclosión va a ocurrir si los huevos se colocan en la incubadora con la parte puntiaguda hacia arriba. (Berry, 2007).

Los huevos se colocan inicialmente en la incubadora con el extremo grande para arriba u horizontalmente con el extremo grande elevado levemente. Esto permite al embrión seguir orientado en una posición apropiada para el nacimiento. Nunca coloque los huevos con el extremo pequeño para arriba. (Smith, 2013).

2.11 Temperatura de la cascara

La temperatura de la superficie de la cáscara del huevo está estrechamente relacionada con la temperatura interna del mismo. Por tanto, es una herramienta útil para determinar si la temperatura de la máquina de incubar es o no la correcta. La temperatura de la cáscara se puede medir fácilmente con un termómetro médico de infrarrojos. La temperatura óptima de la cáscara para la máxima incubabilidad y calidad de los pollitos es de 37,8°C - 38,3°C (100°F - 101°F), durante todo el período en el que los huevos permanezcan en las máquinas incubadoras (Aviagen, 2013).

2.12 Muerte embrionaria

La mortalidad embrionaria es causada por factores relacionados con el proceso de incubación per se. O bien, con asuntos relacionados a las aves reproductoras que produjeron los huevos y con las prácticas de manejo estos huevos experimentan después de haber sido puestos en los nidales (Salazar, 2015).

2.12.1 Muerte temprana

Las causas que producen la muerte durante este período están relacionadas con el mal manejo del huevo embrionado, transporte deficiente, almacenamiento inapropiado, temperatura de pre incubación inadecuada y fumigación incorrecta. La mortalidad durante este período alcanza el 30% aproximadamente de las muertes totales (Ricaurte, 2005).

2.12.2 Muerte mediana

Está comprendida entre 8 – 14 días de incubación. Este período constituye la fase de menor importancia en cuanto al porcentaje de mortalidad implicado. Se considera que no debe rebasar 0.5% en lotes premio en un rango de 35 – 45 semanas de edad.

Durante esta coyuntura del proceso el embrión mayormente aumenta significativamente de tamaño una vez terminada la fase de diferenciación celular (Salazar, 2015).

2.12.3 Muerte tardía

La mortalidad tardía elevada generalmente se debe a inconsistencias en las prácticas de incubación, pero también puede ser elevada por otros factores de manejo del recolector similares al abuso del almacenamiento de huevos (Bramwell, 2018).

El período más crítico es cuando se produce el cambio en la respiración del embrión, que pasa de ser corioalantoidea a pulmonar, es el momento en que se produce el 50% de las muertes independientemente si los resultados hubieran sido malos o exitosos. El período en el cual el embrión cesa de respirar a través de la membrana para comenzar a hacerlo por medio de sus pulmones dura cerca de 6 horas, de no ocurrir se produce la muerte embrionaria. Las causas son variadas desde problemas ocurridos en la transferencia a nacedoras, desinfección incompleta, falta de oxígeno o humedad, temperatura incorrecta, posición inadecuada o se retrasa o adelanta la extracción de los pollitos en la incubadora (Ricaurte, 2005).

Diagnóstico de problemas de nacimiento	
NACIMIENTO TEMPRANO	<ul style="list-style-type: none"> • Alta temperatura - 1 a 19 días • Huevos pequeños
NACIMIENTO TARDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Bajas temperaturas o humedad - 1 a 19 días • Almacenamiento de huevo • Huevos grandes • Baja temperatura en la nacedora
POLLITOS PEGAJOSOS	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas muy altas - 20 a 21 días • Almacenamiento de huevos • Huevos rotos en la bandeja • Inadecuado volteo
MALAS POSICIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Huevos colocados hacia abajo • Huevos deformes • Inadecuado volteo
OMBLIGOS ABIERTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Altas temperaturas - 1 a 19 días • Alta humedad - 20 a 21 días • Almacenamiento de huevos
PROBLEMAS LOCOMOTORES	<ul style="list-style-type: none"> • Variación de la temperatura durante la incubación • Edad del lote • Manejo de los huevos la primera semana de incubación
POLLITOS ABNORMALES	<ul style="list-style-type: none"> • Pico torcido: Hereditario o infección viral • Pérdida de ojos: Altas temperaturas o manejo • Cuello anormal: Nutrición • Dedos torcidos: Temperatura y nutrición • Piernas abiertas: Superficie lisa en las bandejas de la nacedora

Figura 7. Problemas al nacimiento (Cobb, 2013).

2.13 Transferencia de la incubadora a la nacedora

Alrededor del día 18 de incubación, los huevos tienen que ser tomados de las incubadoras, movidos de las bandejas de incubación a las canastas de nacimiento y transferidos a las nacedoras para terminar los últimos tres días de incubación. El uso del ovoscopio se combina generalmente con la transferencia a los 18 días, de modo que los huevos no sean removidos de la incubadora dos veces. El uso del ovoscopio no debe prolongar el proceso de transferencia más tiempo que el necesario. La transferencia se debe hacer en un cuarto exclusivo para esta tarea, mantenido a una presión levemente negativa y con una temperatura del aire entre 24°C y 28°C (entre 75°F y 82°F) (Aviagen, 2016).

2.14 Factores internos en la incubación

Como su nombre lo indica, son aquellos que dependen totalmente de la sala de incubación y/o incubadora, entre ellos están: temperatura, humedad relativa, volteo y ventilación.

2.14.1 Temperatura

La temperatura determina la tasa de metabolismo del embrión y, por lo tanto, su tasa de desarrollo. 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 (Cobb, 2008).

La Investigación ha demostrado que la temperatura de incubación óptima para los huevos de gallina para ser 37,0 a 38,0 ° C (Insko, 1949; Romanoff, 1960; Landauer, 1967; Lundy, 1969; Wilson, 1991). Se ha documentado bien que cuando las condiciones son óptimas, los embriones de pollo se desarrollaban con normalidad y tramado en aproximadamente el 21 d (Yalcin and Siegel, 2003).

En las incubadoras modernas comerciales de aire forzado, se mantiene una temperatura de 37.2-37.8°C (99-100°F) durante todo el periodo de incubación. La mayor parte de los operadores encuentran que en las máquinas muy grandes deben hacerse provisiones para el enfriamiento para mantener esta temperatura constante.

El desarrollo embrionario produce considerable calor. Si no se disipa este calor, pueden lesionarse los embriones (Berry, 2007).

La temperatura de las incubadoras se enmarca entre 37 y 38 grados C. Es necesario disminuir el nivel de temperatura durante los últimos días (2 a 3) de incubación, es decir, que la temperatura se ajusta según las etapas de incubación. MAYOR DE LA NORMAL: Se adelanta el desarrollo embrionario Hay posiciones anormales de los embriones Hay gran mortalidad a partir del día 18 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 (Castillo, 2011).

La temperatura dentro del medio de incubación se debe situar en los 100°F (37.777°C), pero deberá variar según los días de incubación, pues, las dos primeras semanas se le mantiene lo más cercano a los 100°F y la tercera semana disminuye hasta los 98°F (36.666°C) aproximadamente. La variación de temperatura puede ser ± 1 durante los periodos del proceso de incubación sin que esto influya significativamente, pero lo grave sería que este suceso se repita varias veces durante todo el ciclo incubatorio. Algunos problemas que pueden ocasionarse debido a un mal control de temperatura durante el proceso de incubación son: nacimiento adelantado (temperatura alta), nacimiento atrasado (temperatura baja), pollitos pegados (temperatura demasiado alta), ombligo sin cicatrizar (altas temperaturas), pollitos cojos (variación frecuente de la temperatura durante el periodo de incubación). Pollitos anormales: Sin ojo: altas temperaturas. Dedos torcidos: temperatura excesiva (Castilla y Mendoza, 2014).

Especies	Incub. Period (días)	Temp (F.) ¹	Humedad (F.) ²	No le dé vuelta después de:	Humedad los últimos 3 días	Ventilación totalmente abierta
Gallina	21	100	85-87	Día 18	90	Día 18
Pavo	28	99	84-86	Día 25	90	Día 25
Pato	28	100	85-86	Día 25	90	Día 25
Muscovy Duck	35-37	100	85-86	Día 31	90	Día 30
Ganso	28-34	99	86-88	Día 25	90	Día 25
Gallina de Guinea	28	100	85-87	Día 25	90	Día 24
Pheasant	23-28	100	86-88	Día 21	92	Día 20
Peafowl	28-30	99	84-86	Día 25	90	Día 25
Bobwhite Quail	23-24	100	84-87	Día 20	90	Día 20
Coturnix						
Quail	17	100	85-86	Día 15	90	Día 14
Chukar	23-24	100	81-83	Día 20	90	Día 20
Grouse	25	100	83-87	Día 22	90	Día 21
Pigeon	17	100	85-87	Día 15	90	Día 14

Figura 8. Recomendaciones y valores para la incubación (Smith, 2013).

Días de incubación	Edad del embrión, días	Temperatura media de la cáscara		Temperaturas fijadas en las incubadoras			
		°C	°F	Pollitas		Broilers	
		°C	°F	°C	°F	°C	°F
1	0	37,8	100,0	38,0	100,4	38,0	100,4
4	72	37,8	100,0	37,9	100,2	37,7	99,9
7	144	37,8	100,0	37,8	100,0	37,7	99,9
10	216	37,8	100,0	37,8	100,0	37,6	99,8
13	288	37,8	100,0	37,6	99,7	37,3	99,2
16	360	38,3	100,9	37,4	99,4	36,8	98,3
19	432	38,8	101,8	36,9	98,5	36,4	97,5

Figura 9. Valores de temperatura (Boerjan y Poultry, 2006).

2.14.2 Humedad relativa

Existen muchos factores que intervienen en la pérdida óptima de humedad. El porcentaje de pérdida de humedad puede variar según la edad del lote de reproductoras, las influencias estacionales o el tamaño del huevo. Existen señales visuales del huevo y del pollito que pueden indicar que los niveles de pérdida de humedad son adecuados para lograr la máxima incubabilidad y calidad de los pollitos. Durante la incubación, el vapor de agua se pierde del huevo a través de los poros de la cáscara. La velocidad a la que se pierde esta humedad depende del número y tamaño de los poros (la conductividad gaseosa de la cáscara) y de la humedad del aire alrededor del huevo. Debido a las diferencias en la estructura de la cáscara y por

lo tanto en la conductividad de los gases, cuando todos los huevos se incuban en las mismas condiciones de humedad, habrá una variación en la pérdida de humedad (Cobb, 2008).

El crecimiento óptimo para la mayoría de las especies requiere de una humedad relativa de 60 por ciento hasta que los huevos se empiezan a picar, después de que se haya aumentado a 70% la humedad relativa (Berry. 2007).

De la humedad del aire depende el calentamiento y la evaporación de agua de los huevos. A mayor temperatura del aire, mayor será la cantidad de vapores de agua que el mismo puede llegar a contener. Por otra parte, el aire seco es mal conductor de calor y, por tanto, se hace necesario humedecerlo a fin de lograr el necesario calentamiento de los huevos. EXCESO HUMEDAD: Pollitos blandos y débiles FALTA HUMEDAD: Pollitos adheridos a la cáscara (Castillo, 2011).

Huevos picados, pero embriones muertos dentro del huevo (humedad insuficiente en la incubadora), pollos viscosos (tasa de humedad demasiado alta), pollitos anormales, débiles y pequeños (humedad relativa insuficiente), pollitos con poco plumón (humedad relativa demasiado baja al final del ciclo incubatorio), pollitos con dedos curvos y patas desviadas (humedad relativa demasiado baja). (Castilla y Mendoza 2014).

2.14.3 Volteo

Los huevos se pueden voltear varias veces al día para obtener una mejor incubabilidad. Esto va a garantizar que no se pegue el embrión al cascarón. El volteo se debe repetir a lo largo del día de 24 horas. No obstante, el volteo en la noche se puede eliminar, siempre y cuando se haga uno al final de la tarde y otro temprano en la mañana. Los huevos se deben de voltear en un plano de 90 grados lo más suavemente posible. El volteo se debe continuar hasta uno a tres días antes del nacimiento o hasta que los huevos “piquen”; después de esto, la posición y el volteo no van a tener efecto sobre los nacimientos. (Berry, 2007).

En la incubación natural, las aves voltean los huevos que incuban con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento mediante medios mecánicos. El desarrollo de los embriones transcurre

normalmente sólo cuando los huevos son volteados periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. (Castillo, 2011)

En la incubación natural, la gallina voltea los huevos que incuba con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento mediante medios mecánicos. El huevo, como se ha explicado antes, pierde agua durante todo el período de incubación, es decir, sufre un proceso de deshidratación. (Castilla y Mendoza, 2014).

2.14.4 Ventilación

Existen varios factores importantes para el volteo que incluyen el ángulo, la frecuencia y la suavidad. El ángulo de volteo debe ser entre 39° y 45°. Voltear en ángulos menores de 39° disminuirá la incubabilidad y la calidad de los pollitos. El volteo debe realizarse una vez por hora y debe ser muy suave ya que hay delicadas membranas y vasos en los huevos que pueden romperse fácilmente. Si no se puede alcanzar el ángulo mínimo de volteo de 39° en la incubadora, entonces los huevos deben ser volteados con más frecuencia (cada 30 minutos). (Cobb, 2008).

Ya que el embrión en desarrollo recibe oxígeno de la atmósfera y libera dióxido de carbono, debe incorporarse a la incubadora la capacidad de ventilación. Mientras más huevos haya en el compartimiento de la incubadora y más viejo sea el embrión, más oxígeno se va a requerir. (Berry, 2007).

Las incubadoras normalmente extraen aire fresco de la habitación o aire fresco del plenum donde se encuentran ubicados. Este aire fresco suministra oxígeno y humedad para mantener la humedad relativa correcta. El aire que va saliendo de la incubadora remueve el CO₂, la humedad y el exceso de calor producido por los huevos. El suministro de aire hacia la sala de incubación debe ser de 5 a 8 pcm (8.5 a 13.52 m³/hr) por 1000 huevos. (Castillo, 2011).

Durante la incubación el huevo absorbe oxígeno y elimina CO₂ en gran cantidad. Solamente un adecuado intercambio de aire garantiza buenos resultados de incubación. La correcta circulación del aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento del ventilador, los inyectores o los extractores de aire, las compuertas u orificios de entrada y salida. Para que la circulación de aire sea eficiente es

importante también un buen funcionamiento del sistema de volteo, ya que el aire se mueve mejor entre las bandejas, cuando las mismas se hayan en posición inclinada. El sistema de renovación del aire puede ser muy simple, basta con realizar unos pequeños agujeros (de unos 12-20mm) por la zona baja de la incubadora y otros por la parte alta. (Castilla y Mendoza, 2014).

2.15 Factores externos a la incubadora que afectan el desarrollo embrionario

Son aquellos que no dependen de la sala de incubación, si no directamente de los productores.

2.15.1 Temperatura

Para que los embriones permanezcan viables deben mantenerse en condiciones óptimas (Temperatura y humedad), el patrón de temperatura que deben seguir los huevos es una temperatura descendente desde la postura hasta el cuarto de almacenamiento, que debe estar entre 18-20°C (65 – 68°F) con una humedad entre 75 a 80% (North y Bell, 1993), cuando se incuba debe proporcionárseles un incremento rápido de la temperatura hasta llegar a la temperatura de incubación (Martín, 2003). Lo importante en este proceso es que los embriones no sufran incrementos y descensos de temperatura, un incremento por arriba de los 24°C activa el desarrollo embrionario (North y Bell, 1993) si después desciende se produce mortalidad, la magnitud de esta muerte embrionaria varía según la magnitud de los aumentos y descensos, así como el tiempo que duren. (Vásquez, 2018).

2.15.2 Factores genéticos

Actualmente nos encontramos con una gran variabilidad en los huevos de gallinas, tanto en la calidad de la cáscara como en el tamaño de los mismos, debido a una falta de selección y mejora genética de los animales. Ello trae como consecuencia la disparidad de cifras encontradas en la literatura especializada en cuanto a parámetros tales como tasa de incubabilidad, porcentaje de fertilidad o peso al nacimiento, así como, en cuanto a las necesidades ambientales para el proceso de la incubación. (Ricaurte, 2005).

2.15.3 Tiempo de almacenamiento

Según North y Bell (1993) si los huevos se almacenan menos de 5 días no se afecta el porcentaje de nacimiento, al almacenarlos por más tiempo ocasiona disminución considerable de la incubabilidad, aproximadamente un 2% por cada día adicional de almacenamiento. Cuanto más tiempo se desee almacenar, más se debe bajar la temperatura y aumentar la humedad relativa. (Vásquez, 2018).

Si las condiciones de almacenaje son óptimas, los embriones pueden mantenerse vivos hasta unos 26 o 28 días. Sin embargo, la incubabilidad de una partida de huevos almacenada durante largo tiempo sera muy baja, posiblemente no más del 20 por ciento, lo que se debe a la rápida pérdida de vitalidad de los embriones en este estado (Hodgetts, 1981).

Según Vásquez (2000), el tiempo de almacenamiento óptimo depende de la edad de la parvada reproductora; a continuación se detalla el tiempo óptimo de almacenamiento recomendado:

Huevos de fase I: Los huevos de reproductoras de primera fase, (25 a 33 semanas de edad) se deben almacenar por 5 días para mejorar la calidad de la albúmina.

Huevos de fase II: Los huevos de reproductoras de segunda fase, (34 a 50 semanas) se deben almacenar por un máximo de 5 días.

Huevos de fase III: Los huevos de tercera fase, (de 51 semanas en adelante) se deben incubar con el menor tiempo de almacenaje posible (máximo 3 días de almacenamiento). (Vásquez, 2018).

2.15.4 Alimentación de los reproductores

El huevo debe contener todos los nutrientes que el embrión necesita cuando es puesto por la gallina. La alimentación de la hembra influye tanto en la calidad como en el tamaño del huevo y, consecuentemente, en la viabilidad y peso al nacimiento del pollito. Es muy importante mantener una dieta equilibrada durante toda la época de reproducción, evitando carencias vitamínicominerales. Determinadas avitaminosis y carencias minerales pueden ocasionar importantes alteraciones en el embrión. De ahí que se aconseje incluir un corrector vitamínico-mineral en la dieta de los reproductores. (Riucarte, 2005).

2.15.5 Relación machos/hembras

La condición del macho también debe tomarse en consideración durante la Fase de Producción. Si el macho está en excelentes condiciones, puede haber 7-8 machos por cada 100 hembras. En función de la condición corporal de los machos es recomendable lo siguiente: machos en buenas condiciones, 8-9 machos/100 hembras. Machos en condición regular, 9-10 machos/100 hembras. Machos en malas condiciones, 10-12 machos/100 hembras (Bramwell, 2019).

2.15.6 Edad de los reproductores

Generalmente los machos reproductores alcanzan la madurez sexual a los tres años y medio, mientras que las hembras son más precoces, alcanzándola a los dos años y medio. En la primera temporada de puesta los porcentajes de fertilidad son bajos, si bien van aumentando con la edad hasta alcanzar unos valores máximos entorno al 6º o 7º año de puesta. (Riucarte, 2005).

Edad de la reproductora	Características del huevo	Manejo del huevo	% Incubabilidad promedio
22 - 35 semanas	-Huevos pequeños -Cascarón resistente -Albúmina densa	-Más tiempo almacenado -Almacenado a mayor temperatura -Menor humedad en el cuarto de almacenamiento	82%
35 - 45 semanas	-Tamaño óptimo de huevo -Buena resistencia cascarón -Albúmina adecuada	-Almacenamiento normal de 4 a 8 días con 80% de humedad en el cuarto	87%
45 - 65 semanas	-Huevos grandes -Cascarón delgado -Albúmina acuosa	-No más de 3 días almacenamiento -Bajar temperatura de almacenamiento -Aumentar humedad 85%	77%

Figura 10. Calidad del huevo, con respecto a la edad de las reproductoras. Adaptado de: Vázquez et al., 2006

2.15.7 Manejo de los nidos y camas

La cama es un material atractivo para hacer los nidos y esto motiva a las aves a un comportamiento de construcción del nido. Cuando se utiliza material de cama en el piso, la profundidad debe ser de menos de 5 cm (2 in) para desalentar a las aves a anidar en la cama. Aumente gradualmente este nivel con una profundidad mínima

durante el entrenamiento del uso de los nidos. Rastrille la cama periódicamente para evitar áreas de cama profunda, que pueden atraer a las aves a poner huevos. La mala ventilación puede contribuir a que las aves rechacen el sitio del nido. Los nidos cerca de los ventiladores o de las entradas de aire pueden tener corrientes de aire y estar fríos. Durante el verano los galpones con ventilación tipo túnel tal vez no mueven suficiente aire dentro de los nidos, y pueden estar muy calientes. (El Sitio Avícola 2021).

2.15.8 Transporte de huevos

Idealmente los huevos deberán ser despachados diariamente a la planta de incubación, no obstante, la mayoría de las Empresas despachan huevos 2 – 4 veces por semana. En algunos casos, estos son despachados en horas de la tarde para que viajen durante las horas de la noche a temperaturas más bajas. En el caso de vehículos refrigerados, simplemente habría que ajustar la temperatura y la humedad. La temperatura y la humedad deberá estar alrededor de los 20 – 21 °C con una Humedad Relativa entre el 70 – 75 % (Maica, 2007).

3. METODOLOGIA

El estudio se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (25°23'36"N 101°00'02"O / 25.3934, - 101.0005). Para llevar a cabo este trabajo de observación, contamos con incubadora Casser, modelo 203 con capacidad de 527 huevos (432 en incubación y 95 en nacedora) equipo con sistema de volteo automático, control de temperatura por medio de oblea termostática y manejo de humedad por evaporación, por nombre incubadora UAAAN de dicha institución.



Figura 11. Ubicación UAAAN



Figura 12. Incubadora

El día 8 de mayo del 2022 se calibró la incubadora a una temperatura de 37.5°C, humedad relativa de 55-60% y volteo automático cada 2 horas a 45°, esto para prevenir que el embrión se adhiera a la membrana de la cascara, manteniéndose al tanto del comportamiento durante un periodo de 4 días, para verificar alguna variabilidad de la incubadora.

Figura 13. Temperatura y Humedad Relativa



El día 9 de mayo del 2022 se recibió un lote de 343 huevos procedentes de la granja reproductora del estado de México, los cuales tuvieron un tiempo de traslado de 10 horas y una antigüedad en edad de 7 días, cabe señalar que en la sala de recepción se atemperó y a su vez se realizó el manejo del huevo previo a la incubación, el mismo día se realizó el pesaje del lote de huevo unidad por unidad, para determinar la media y de esta manera proceder a hacer la clasificación por tamaños.



Figura 14. Atemperamiento de los huevos en la antesala de la incubadora

El día 11 de mayo 2022, se agruparon en una clasificación de tamaños en chicos, medianos y grandes tomando en cuenta el valor de $\pm 10\text{gr}$ respecto a la media, siempre y cuando se rectificara que estuvieran en condiciones óptimas, específicas para la incubación; una vez estando agrupados se practicó el método de ovoscopia.

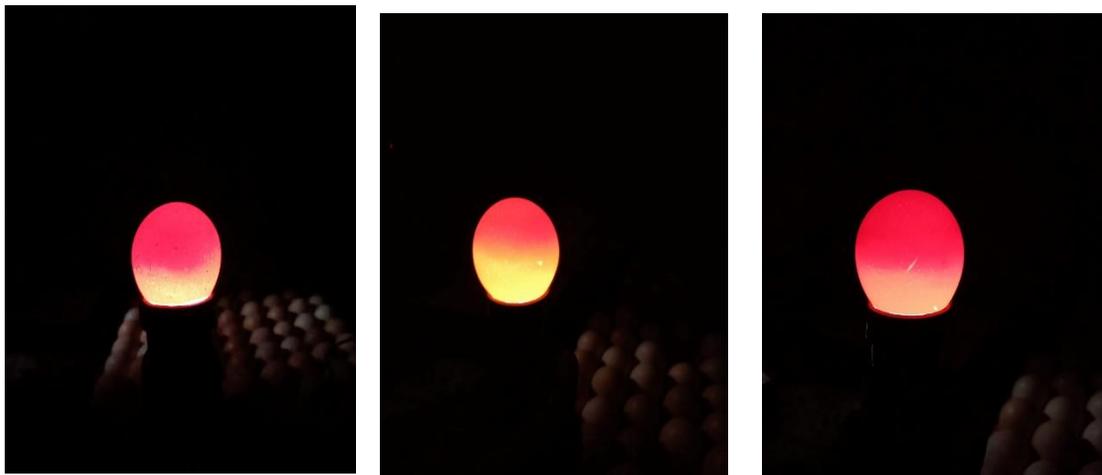


Figura 15, 16 y 17. 1ª ovoscopia de prevención previa a incubar huevo fértil

El día 12 de mayo 2022 a la 1:53 AM del 100% del lote se procedió a incubar el 94.7% (325 huevos que cumplieron con las condiciones óptimas para la incubación) con humedad relativa promedio del 60% y una temperatura de 37°C.



Figura 18. Incubando

Del día 13 a 19 de mayo 2022, se verificó comportamiento de la incubadora, tomando en cuenta que los parámetros de temperatura, humedad relativa y volteo fueran los adecuados para su desarrollo.



Figura 19. Humedad relativa

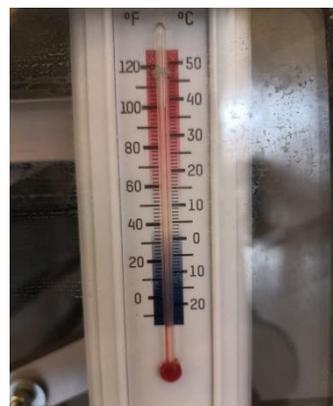


Figura 20. Temperatura

Durante el periodo de incubación no se presentó ninguna variabilidad importante en la humedad y temperatura, siendo constante $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ en temperatura y de 55 a 60% de humedad relativa. Segunda ovoscopia al 9º día de incubación con fecha (20/mayo/2022) valorando fertilidad y desarrollo, descartando 154 huevos no viables.



Figura 21. Embrión de 6 días



Figura 22. Embrión de 8 días

El día 30 de mayo 2022, suspensión del volteo a la edad de 19 días, elevar parámetros en la incubadora de humedad a un rango de 70-80%, así como disminuir la temperatura, esto con el fin de prevenir el sobrecalentamiento.

El día 31 de mayo, 2022, se realizó tercer ovoscopia verificando que todo huevo que se traspasa a la nacedora cumpliera con la viabilidad para incubar, previamente se atempero la nacedora para dar seguimiento a los parámetros relevantes como temperatura interior y exterior, ambiental, y de la cáscara, así como el control de la humedad relativa.

A partir de este momento se observa el proceso de eclosión y nacimiento de los pollitos.

Figura 23. Transferencia de huevos a la nacedora



Como trabajo de observación los datos se manejaron en Excel, separando el comportamiento por tallas de la 1 a la 3 (chicos, medianos y grandes) tomando como media 55 gramos, separando en talla chica -10 gr. y en talla grande +10 gr.

Equipos empleados para el trabajo de observación:

Termómetro digital con sensores de calor eléctricos.

Nacedora casera, con humidificadores y termómetros manuales.

Desinfectante a base de cloro.

Incubadora Casser modelo 203.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPORTAMIENTO GLOBAL										
	Ovoscopia 1		Ovoscopia 2		Ovoscopia 3		Ovoscopia 4		TOTAL	
CAUSA	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Infértiles	3	0.87	63	18.37	--	--	--	--	66	19.24
Fracturados	11	3.21	--	--	--	--	--	--	11	3.21
Contaminados (huevo bomba)	3	0.87	11	3.21	1	0.29	27	7.87	42	12.24
Batido	1	0.29	--	--	--	--	--	--	1	0.29
Muerte embrionaria temprana	--	--	84	24.49	--	--	--	--	84	24.49
Muerte embrionaria mediana	--	--	--	--	19	5.54	--	--	19	5.54
Muerte embrionaria tardía	--	--	--	--	--	--	56	16.33	56	16.33
Nacidos	--	--	--	--	--	--	60	17.49	60	17.49
Eclosionados no nacidos	--	--	--	--	--	--	4	1.17	4	1.17
Total	18	5.25	158	46.06	20	5.83	147	42.86	343	100

Tabla 1. Comportamiento global

En la tabla anterior se puede observar cómo se comportaron globalmente los embriones antes, durante y después a la incubación; se observa cómo cambian constantemente los datos desde que llegaron, descartando y seleccionando los huevos que no fueron aptos para la incubabilidad, dejando de esta manera solo aquellos que cumplían con los requisitos incubables. De igual manera se contempla mediante ovoscopias como se fueron descartando huevos no aptos, hasta su transferencia y nacimiento.

Figura 24. Muerte embrionaria temprana



Figura 25. Huevo bomba



Figura 26. Muerte embrionaria mediana

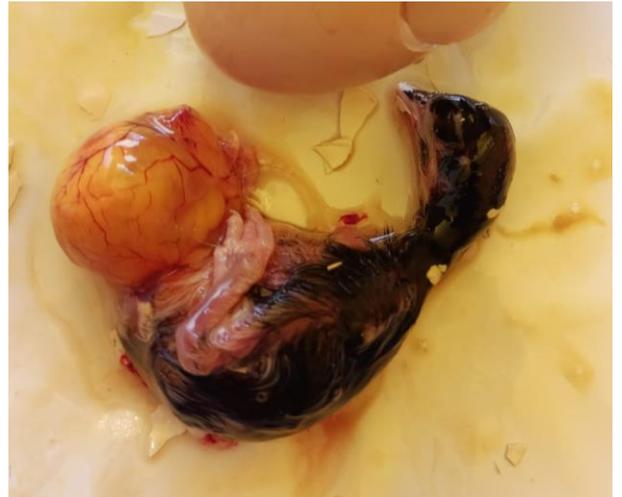
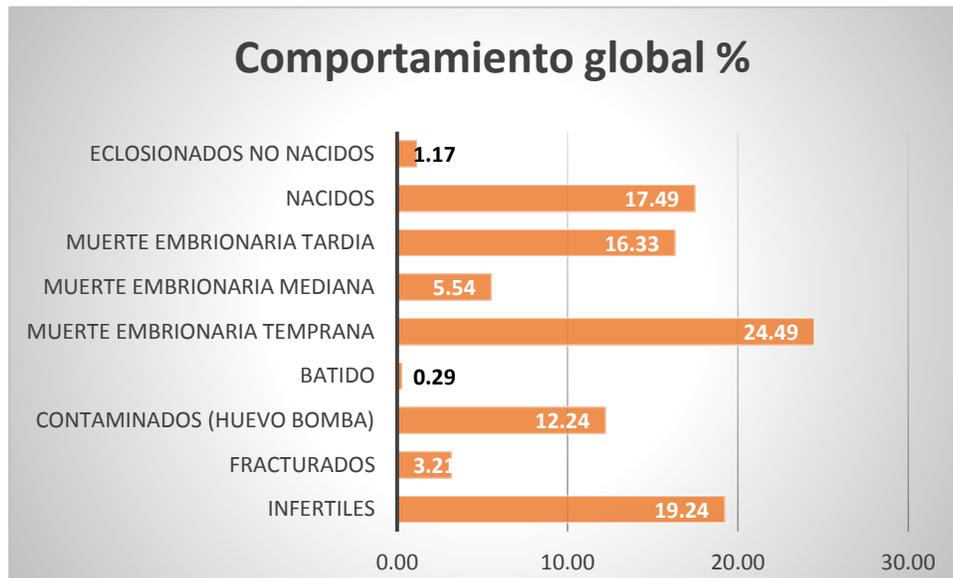


Figura 27. Muerte embrionaria tardía



Grafica 1. Comportamiento global

La grafica 1 (comportamiento global) hace referencia a la tabla 1 antes mencionada, pero explicada de una manera porcentual; en esta grafica se observa el comportamiento de los embriones y sus causas, tomando como 100% los 343 huevos que se recibieron de la granja de procedencia. Para comenzar a explicar están los huevos fracturados que corresponde al 3.21%, estos se descartaron en la primera ovoscopia debido a que no podían ser incubados; después están los huevos infértiles que corresponde al 19.24%, estos no se contemplaron 3 en la primera ovoscopia (antes de la incubación) y 63 en la segunda, estos no son aptos para la incubabilidad debido a que podrían alterar el calor metabólico que se espera en una incubación y puede ser un factor importante que interrumpa el desarrollo de los demás embriones. Se descartaron más en la segunda ovoscopia ya que es más fácil de identificar que en la primera.

Posteriormente se encuentran los huevos batidos (0.29%), este se elimina para ser incubado, ya que de ser fértil, el embrión sufre un estrés y cambios morfológicos que lo hace incapaz de cumplir con su desarrollo; esto se debe a un mal manejo en la transportación.

Están los huevos contaminados, mejor conocidos como huevos bomba, de estos se tiene una incidencia del 12.24%, éstos huevos son una amenaza de no ser reconocidos inmediatamente. En la tabla 1, se puede observar que se presentaron

huevos contaminados durante toda la producción, muy seguramente esto fue porque no se identificó un huevo contaminado al inicio y se incubó; se tuvo la incidencia de que estalló uno y al momento que los demás abrieron sus poros, las bacterias que habían dentro de la incubadora se albergaron dentro de otros huevos, incubando de esta manera los patógenos creando un ambiente apto para su desarrollo. Este fue un grave problema, debido a que los embriones que se alcanzaron a infectar no cumplieron con su desarrollo adecuadamente.

Así mismo la muerte embrionaria temprana, se presenta en un 24.49% siendo este el índice más alto que se manifestó. La muerte embrionaria temprana se da durante los primeros días de incubación y se detectaron en la segunda ovoscopia. Esta muerte principalmente es ocasionada por un mal manejo del huevo fértil en la granja de procedencia o el transporte.

Por consiguiente se obtuvo la muerte embrionaria mediana, que tuvo una incidencia menor que la anterior, teniendo un 5.54%, se presencié en la 3ª ovoscopia; este índice de muerte se presenta en los embriones de 10 días en adelante en su desarrollo, esto es debido a varios factores, entre ellos la presencia de bacterias.

A continuación está la muerte embrionaria tardía, teniendo un índice del 16.33% no se realizó ovoscopia, si no, que se cascó cada uno de los huevos no nacidos, se manejó en la tabla como ovoscopia para su mejor entendimiento, esta muerte se presenta mayormente por un mal manejo de traspaso de la incubadora a la nacedora. En este periodo también se encontraron huevos contaminados, los cuales se graficaron dentro de los mismos.

Por otra parte los huevos eclosionados no nacidos con el 1.17%, estos son aquellos que alcanzaron a fracturar el cascarón pero no finalizan el ciclo, muriendo al nacer.

Finalmente están los huevos eclosionados siendo el 17.49%, teniendo un índice bajo en nacimientos, debido a los factores que afectan el desarrollo embrionario, teniendo en cuenta los antes mencionados.

Solano (2016), menciona en uno de sus estudios que uno de los grandes problemas de las plantas es la presencia de huevos contaminados y huevos bomba, problema que no está relacionado con el manejo de la planta de incubación sino con el mal manejo de los huevos en granja, además hace mención de que no todos los huevos

contaminados explotan, se considera como normal el 0.1 % de huevos bomba para lotes de más de 40 semanas. Si éste % excede, todo el programa de higienización deberán ser revisados, evaluando la posible resistencia a los desinfectantes.

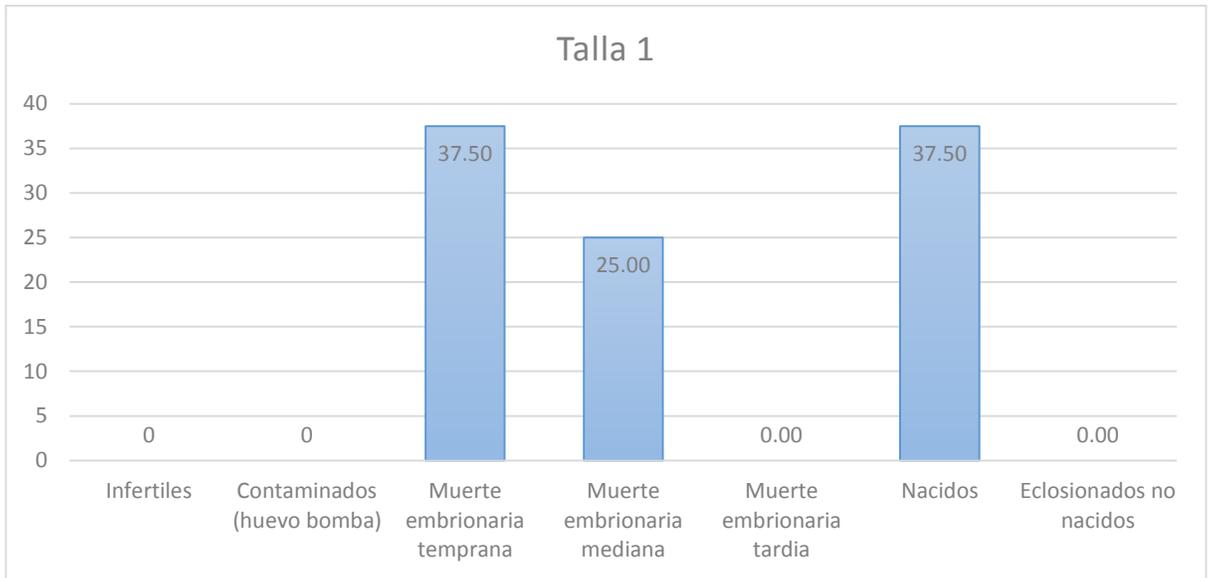
Por otra parte Barrera (2019), en su estudio menciona que la aparición de estos huevos y su incidencia varían en función del manejo de las granjas de reproductores. La contaminación puede ser debida a hongos o bacterias. La contaminación fúngica se caracteriza por el color verde azulino del interior del huevo, en algunos casos se puede observar una colonia. La contaminación por bacterias produce un olor fétido característico, y cambios de coloración.

En un estudio realizado por Castañeda (1995), indica que unos cuantos huevos contaminados por bacterias introducidos a la incubadora pueden causar un problema de mortalidad y retraso en los pollos de engorda. Se ha considerado incluso que *E. coli* puede ser causa de *aerosaculhis* y *cotisepticenua* en pollitos que se han infectado en la nacedora. Por su parte reporta que el 84% de los huevos contaminados tuvieron un rango de entre 1 y 20 bacterias por huevo que lograron penetrar hasta membrana interna. Esto se explica ya que la cutícula recién depositada aún se encuentra húmeda y muchos poros pueden encontrarse abiertos, con la consecuente penetración de bacterias antes de la maduración de la cutícula.

COMPORTAMIENTO POR TALLA						
	T1		T2		T3	
CAUSAS	Total	%	Total	%	Total	%
Infértiles	--	0	--	0	63	20.52
Contaminados (huevo bomba)	--	0	1	10.00	38	12.38
Muerte embrionaria temprana	3	37.50	7	70.00	74	24.10
Muerte embrionaria mediana	2	25.00	--	0.00	17	5.54
Muerte embrionaria tardía	--	0.00	1	10.00	55	17.92
Nacidos	3	37.50	1	10.00	56	18.24
Eclosionados no nacidos	--	0.00	--	0.00	4	1.30
TOTAL	8	100.00	10	100.00	307	100.00

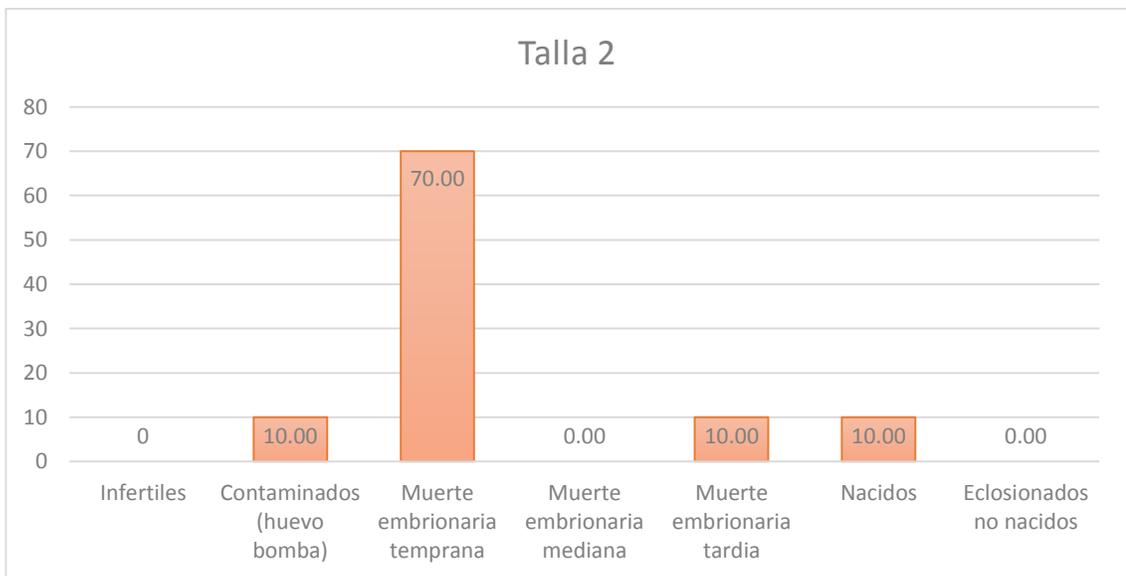
Tabla 2. Comportamiento por talla

En esta tabla se observa el comportamiento de las distintas tallas tomando como 100% el número de huevos que hay en cada una de ellas. Teniendo en la talla 3 la mayoría de las incidencias y causas presentes, no obstante, esto se debe a que la talla 3 hace referencia a la mediana, en esta hay una mayor cantidad de huevos y por lo tanto crecen las probabilidades de que se presenten mayores problemas. En este estudio no se evaluó las tallas, y no se fundamenta que una es mejor que otra, si no que esto se hizo con el fin de un mayor entendimiento del experimento de observación.



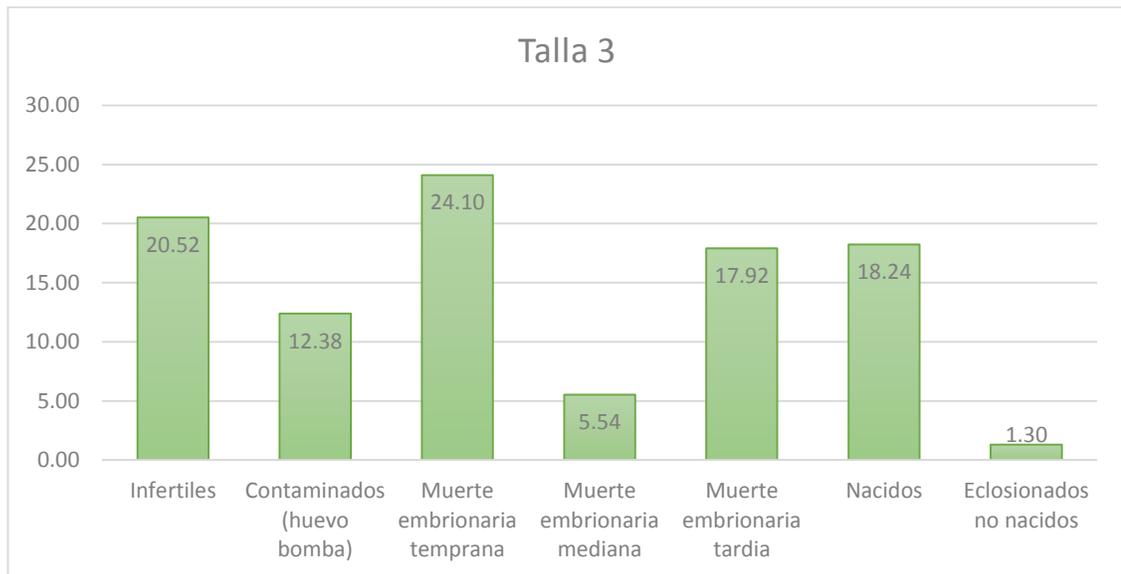
Gráfica 2. Comportamiento de la talla 1

En esta grafica se observa el comportamiento de la talla uno, teniendo con un 0% de incidencias en huevos infértiles, contaminados, muerte embrionaria tardía y eclosionados no nacidos. Por otra parte con un 25% la muerte embrionaria mediana, teniendo como valores más altos la muerte embrionaria temprana y nacimientos con el 37.5%.



Gráfica 3. Comportamiento de la talla 2

La talla dos, muestra un comportamiento distinto, teniendo como 0% de huevos infértiles y eclosionados no nacidos, mientras que por otra parte con 10% de incidencia los embriones contaminados, muerte embrionaria tardía y nacidos. Considerando como mayor incidencia la muerte embrionaria temprana con un 70%.



Grafica 4. Comportamiento de la talla 3

Por otra parte el comportamiento de la talla 3, se muestra completamente distinta: los eclosionados no nacidos representan el 1.30%, muerte embrionaria mediana 5.54%, contaminados 12.38%, muerte embrionaria tardía 17.92%, nacidos 18.24%, infértiles 20.52% y por último la muerte embrionaria temprana 24.10%.

Por su parte Juárez y Ortiz (2001), mencionan que de los 1 162 huevos recolectados en su estudio, solamente 56.8% fueron seleccionados para incubar, debido a la calidad del cascarón. El 43.2% de huevo discriminado se debió a diferentes causas; la porosidad del cascarón fue la más significativa. Los resultados del embriodiagnóstico muestran que la mortalidad embrionaria temprana fue ligeramente inferior a la mortalidad embrionaria tardía (6.7% y 8.3%, respectivamente), siendo también considerable la cantidad de huevos infértiles.

Abad (2019), menciona en su estudio realizado que el objetivo es no tener más del 1% de los huevos con microfisuras, pero en ocasiones, y sobre todo en lotes viejos, con peor calidad de cáscara, pueden llegar a estar por encima del 5%. Estos huevos

tienen un peor nacimiento y se ha llegado a detectar pérdidas del 20% de nacimiento. En esta última prueba la diferencia de nacimiento fue de más de 17 puntos.

Gandarillas (2017), en su estudio concluye que los huevos de tamaño mediano obtuvieron mejores resultados con relación a huevos de tamaño pequeño y grande, ello podría ser adecuado para tener en cuenta en incubadoras para obtener buen porcentaje de nacimientos.

En Estados Unidos, según Agri Stats, el porcentaje de huevos incubables es de 96.87 %, o sea que los productores de ese país solo descartan 3.13 % de los huevos producidos. En América Latina, los niveles de utilización de huevos son usualmente de 95-96 %, pero tienden a ser menores en empresas que venden pollitos de un día (Solano, 2016).

5. CONCLUSIÓN

Se obtuvieron resultados no muy cercanos a lo deseable en el periodo de incubación en observación, que seguramente se pueden estar debiendo a factores internos, pero que quizá mayormente a factores externos como tiempo de transporte, tiempo de almacenamiento y manejo del huevo de granja desde su colecta, donde seguramente hay mayor incidencia de contaminación. De ahí la importancia de llevar un control riguroso en el tema de manejo, sanidad, bioseguridad de la granja y medios de transporte hacia la incubadora.

Sugiero que en estudios posteriores internos a la universidad se tomen en cuenta medidas de calibración de la incubadora y una mejora en la bioseguridad dentro de la misma.

7. LITERATURA CITADA

Abad, 2019. Clasificación de los huevos incubables de las reproductoras.
<https://avinews.com/clasificacion-de-los-huevos-incubables-de-las-reproductoras/>

Araneda, 2022. Huevos y derivados composición y propiedades.
<https://www.edualimentaria.com/huevos-composicion-y-propiedades>

Aviagen, 2016. Mejores prácticas en la incubadora: transferencia.
<https://www.elsitioavicola.com/articulos/2928/mejores-practicas-en-la-incubadora-transferencia/>

Aviagen, 2013. ¿Para qué medir la temperatura de la cáscara?
http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Hot-Tos-ES/Como3-Medir-temperatura-cscara-ES-2013.pdf

Banwell, 2016. Principios de la incubación de carga única.
<https://avinews.com/principios-de-la-incubacion-de-carga-unica/#:~:text=En%20una%20incubadora%20de%20carga,de%20obtener%20las%20condiciones%20%C3%B3ptimas.&text=En%20cambio%2C%20en%20una%20incubadora,ya%20no%20supone%20un%20problema>

Barrera (2019) Caracterización de problemas patológicos y malas posiciones en el proceso de incubación en pollos Broilers destinados para el consumo humano; Revisión Sistemática de Literatura
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14716/1/2019_Caracterizaci%C3%B3n_problemas_patol%C3%B3gicos.pdf

Beltrán, Insko, Romanoff, Landauer, Lundy y Wilson, 2013. La temperatura como factor que afecta al huevo fértil. (Tesis de Licenciatura)
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3399/NADIA%20ESMERALDA%20BELTRAN%20PEREZ.pdf?sequence=1>

Berry, 2007. Introducción a los tiempos y condiciones óptimas de la incubación en una serie de especies aviares.
<https://www.elsitioavicola.com/articulos/1802/incubacion-artificial/#:~:text=La%20incubaci%C3%B3n%20artificial%20de%20los,hacia%20el%20a%C3%B1o%20246%20A.C.>

Boerjan y Poultry, 2006. Los avances genéticos producen cambios en la tecnología de la incubación. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/los-avances-geneticos-producen-t26626.htm>

Boerjan, 2014. Tiempo óptimo para sacar a los pollitos de un día de nacidos. <https://www.pasreform.com/es/knowledge/6/tiempo-optimo-para-sacar-a-los-pollitos-de-un-dia-de-nacidos>

Bramwell, 2018. El proceso de fertilización vs la mortalidad embrionaria del huevo. <https://avinews.com/el-proceso-de-fertilizacion-y-la-mortalidad-embrionaria-huevo/#:~:text=La%20mortalidad%20tard%C3%ADa%20elevada%20generalmente,a buso%20del%20almacenamiento%20de%20huevos>

Bramwell, 2019. Manejo de reproductoras en avicultura. <https://avinews.com/manejo-de-reproductoras-en-avicultura/>

Castañeda (1995) Efecto de la irradiación con electrones en huevos fértiles inoculados experimentalmente con salmonella enteritidis. Sobre la incubabilidad y desarrollo productivo. Tesis de maestra <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/27/005/27005237.pdf>

Castillo, 2011. Guía de incubación <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/guia-incubacion-t28445.htm>

Cobb, 2008. Guía de manejo de la incubadora cobb. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/1c6639cb0f/Cobb-Hatchery-Guide-Espanol.pdf>

Cobb, 2013. Guía de manejo de la incubadora. <http://www.huevosperu.com/incubacion.pdf>

Cuellar, 2021. Incubación: obtención de pollitas para puesta y de pollitos para carne. https://www.veterinariadigital.com/articulos/incubacion-en-gallinas-ponedoras-de-broilers_portal_de_revistas_unjbghttps://revistas.unjbg.edu.pe

El sitio avícola 2021. Entendiendo el Comportamiento del uso de los Nidos: Manejo para que las Ponedoras Pongan Menos Huevos en el Piso. <https://www.elsitioavicola.com/articles/3033/entendiendo-el-comportamiento-del-uso->

[de-los-nidos-manejo-para-que-las-ponedoras-pongan-menos-huevos-en-el-piso/#:~:text=Rastrille%20la%20cama%20peri%C3%B3dicamente%20para,las%20aves%20a%20poner%20huevos.&text=La%20mala%20ventilaci%C3%B3n%20puede%20contribuir,de%20aire%20y%20estar%20fr%C3%ADos.](#)

Fleming et al., 2004; Molenaar et al., 2010. 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. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022016000100009#:~:text=El%20per%C3%ADodo%20de%20incubaci%C3%B3n%20del,que%20durante%20el%20proceso%20previo.

Gandarillas, 2017. Estudio del Efecto, Tamaño, Peso del Huevo sobre la Incubabilidad

Gonzalez, 2018. Incubación del huevo. <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/incubacion-del-huevo/>

Hodgetts, 1981. Almacenamiento de huevos para incubar. https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1982m7v24n7@reavicultura/selavi_a1982m7v24n7p261@reavicultura.pdf

Juarez y Ortiz, 2001. Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. <https://www.redalyc.org/pdf/423/42332105.pdf>

Lange, 2011. Las razones para pasar los huevos fértiles por el ovoscopio y consejos prácticos. <https://www.elsitioavicola.com/articles/1994/usar-o-no-el-ovoscopio/>

Larrosa, 2017. Cría de aves: cómo usar la incubadora familiar. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartillas_cria_de_aves_como_usar_la_incubadora.pdf

Maica, 2007. HUEVOS FERTILES – CALIDAD Y MANEJO. <https://conave.org/wp-content/uploads/2018/07/Manejo-del-Huevo-Incubable-Elias-Maica.pdf>

Mostafa, 2020. Volteo del huevo durante la Incubación – una revisión de Mohamed Mostafa El-Ashram. <https://www.emtech-systems.com/es/charlas-tecnicas/egg-turning-during-incubation-a-review-by-mohamed-mostafa-el->

[%C3%B1o%20apuntado%20hacia%20abajo.&text=Cambie%20los%20huevos%20de%20posici%C3%B3n,en%204%20a%206%20d%C3%ADas](#)

Smith, 2013. Procedimiento para la incubación de huevos. <https://www.avicultura.mx/destacado/Procedimiento-para-la-incubacion-de-huevos>

Solano, 2016. Manejo de huevos fértiles para incubación. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/108-Manejo_huevos.pdf

Universidad de Murcia. Práctica - huevos - técnica de la ovoscopia técnica de la ovoscopia. Visualización interna del huevo con el huevo cerrado. <https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/tecnica-de-la-ovoscopia#:~:text=La%20ovoscopia%20es%20un%20m%C3%A9todo,o%20menos%20seg%C3%ADn%20las%20alteraciones>

Vásquez, North, Bell y Martin, 2018. Factores que afectan la productividad en la planta de incubación. <https://bmeditores.mx/avicultura/factores-que-afectan-la-productividad-en-la-planta-de-incubacion-1416/>