



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y
VETERINARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito para
obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Parámetros básicos de incubación para asegurar la
eclosión en los huevos de gallina.”

AUTORA:

Angela María Gualpa García

TUTORA:

Ing. Zoot. Carmen Vásconez Montúfar, Mgtr. Cs.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El presente documento de revisión bibliográfica cuyo tema es parámetros básicos de incubación para asegurar la eclosión en los huevos de gallina, tiene como objetivo establecer un protocolo para manejo de las incubadoras destinadas a la producción aviar mediante una correcta manipulación de la temperatura como parámetro básico logrando reducir la muerte embrionaria y asegurando el porcentaje de eclosión de los huevos, este caso de estudio surge por una creciente preocupación del bajo porcentaje de nacimientos y muerte temprana del embrión; para ello es necesario analizar cada una de las condiciones que conllevan a esta problemática. El resultado más emergente de este estudio es el control de los factores que están afectando al desarrollo embrionario (temperatura, humedad, volteo, ventilación), las condiciones externas que conllevan al área de producción (granja de postura) y las máquinas incubadoras, en otras palabras el éxito de la incubación artificial dependerá desde el manejo de los reproductores, la alimentación, el control de las enfermedades, actividad de apareamiento, peso corporal y la calidad del huevo logrando que sean útiles para la incubación. Para tener mayor número de pollitos nacidos y sanos es recomendable tener un control adecuado de todos los parámetros influyentes que están afectando el desarrollo embrionario además de aplicar las reglas de oro dentro de la planta incubadora disminuir así complicaciones que se presenten a futuro en este proceso. También es factible realizar un estudio del proceso de incubación artificial en distintos tipos de aves a fin de conocer cuál es el factor más relevante en la muerte embrionaria.

Palabras claves: Incubabilidad, eclosión, parámetros, huevos fértiles.

SUMMARY

This bibliographic review document whose subject is basic incubation parameters to ensure hatching in chicken eggs, aims to establish a protocol for the management of incubators for avian production through a correct manipulation of temperature as a basic parameter managing to reduce embryonic death and ensuring the percentage of hatching of eggs, this case study arises from a growing concern about the low percentage of births and early death of the embryo; for this it is necessary to analyze each of the conditions that lead to this problem. The most emerging result of this study is the control of the factors that are affecting embryonic development (temperature, humidity, turning, ventilation), the external conditions that lead to the production area (posture farm) and incubator machines, in other words the success of artificial incubation will depend on the management of the breeders, feeding, disease control, mating activity, body weight and egg quality making them useful for incubation. To have a greater number of chicks born and healthy it is advisable to have an adequate control of all the influential parameters that are affecting embryonic development in addition to applying the golden rules within the hatchery we will thus reduce complications that arise in the future in this process. It is also feasible to carry out a study of the artificial incubation process in different types of birds in order to know which is the most relevant factor in embryonic death.

Key words: hatchability, hatching, parameters, fertile eggs.

Contenido

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1 CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Definición del caso de estudio	2
1.3 Planteamiento del problema	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 Objetivo general.....	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Líneas de investigación	4
2 DESARROLLO	5
2.1 Marco conceptual	5
2.1.1 Generalidades de la incubación	5
2.1.2 Selección y manejo del huevo fértil.....	7
2.1.3 Uso de incubadoras automatizadas.....	10
2.1.4 Condiciones de incubación	11
2.1.5 El precalentamiento y su relación con el desarrollo embrionario.....	11
2.1.6 Factores que afectan el desarrollo embrionario.....	12
2.1.7 Importancia ovoscopia y embriodiagnóstico.....	13
2.1.8 Ventana de nacimiento.....	16
2.1.9 Medidas sanitarias aplicables antes y posterior a la incubación	17
2.1.10 Reglas de oro dentro de las plantas incubadoras	17
2.2 Marco metodológico.....	18
2.3 Resultados de la investigación	19
2.4 Discusión de resultados	19
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
3.1 Conclusiones	21
3.2 Recomendaciones.....	21
4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS	23
4.1 Referencias bibliográficas	23

4.2	ANEXOS	27
-----	--------------	----

1 CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 Introducción

La incubación artificial de los huevos es una práctica muy antigua en la avicultura, ya desde el año 400 A.C. Aristóteles escribía que los egipcios realizaban procesos de incubación de manera espontánea en pilas de estiércol; otro caso de similares características se dio en el año 246 A.C en China gracias al desarrollo de nuevas técnicas que permitieron el avance en incubación artificial (Berry 2010)

La incubación natural o artificial se da cuando un embrión completa su desarrollo morfológico con la ayuda del ave reproductora; por tanto, este proceso requiere un cauteloso seguimiento de los factores que se realizan dentro del área de producción, por esta razón la planta de incubación debe proporcionar a los embriones las condiciones ambientales adecuadas similares a la incubación natural permitiendo que el embrión se desarrolle apropiadamente y así asegurar un buen desempeño en las granjas de producción (engorde y postura).

En Latinoamérica hay granjas con producción de huevos, pero la incubabilidad es baja y los pollitos no son de muy buena calidad debido al manejo; una buena selección de huevos de aves de primer nivel y con un cierto nivel de fertilidad pueden llegar a garantizar un buen porcentaje de huevos incubable; sin embargo, el objetivo de una incubadora avícola es producir la mayor cantidad y calidad de aves al menor costo posible, por lo que su eficiencia se mide por el porcentaje de nacimiento, las condiciones dadas anteriormente para una buena ventana de eclosión son responsabilidad de la granja y la planta de incubación.

Este documento concientizará a los avicultores y comunidad en general que deseen dedicarse a este tipo de actividad (avicultura), sobre la forma técnica de manipular los parámetros de incubación más relevantes, para asegurar el mayor porcentaje de eclosión de los huevos, garantizando el nacimiento y viabilidad de las crías de aves de corral; cabe mencionar que mantener en óptimas condiciones la incubadora reducirá el porcentaje de muerte embrionaria beneficiando la producción avícola.

1.2 Definición del caso de estudio

El presente tema de investigación exhibe información referencial sobre los parámetros a considerarse, para disminuir la muerte embrionaria en las aves a su vez, se desarrolla con el propósito de validar la información referente a incubación y sus factores (externos e internos) determinantes que están repercutiendo en el nacimiento de aves con excelente calidad.

1.3 Planteamiento del problema

Existe una creciente preocupación sobre la baja incubabilidad en las aves por esta razón, la mortalidad embrionaria es una variable a considerar para ajustar y tener éxito en los nacimientos de los polluelos, el proceso de incubación siempre ha sido una tarea difícil en el campo de la avicultura, sin embargo, se debe considerar que un huevo es un organismo vivo que desde su fecundación tiene dos opciones continuar o morir, las células pueden seguir dividiéndose para formar los órganos y tejidos del pollito pero si las condiciones son desfavorables este proceso se interrumpe.

Es importante estudiar y documentar todas las áreas que componen la fábrica de incubadora; de esta forma, se puede analizar a tiempo la causa de la muerte del embrión para determinar si es un problema de operación o un problema de fertilidad del óvulo (huevo), por esto es necesario saber que en todo sistema hay agentes adversos que generan cambios y desequilibrio en factores como los bajos niveles de temperatura, humedad, contenido químico del aire, posición del huevo, entre otros.

El uso de incubadoras artesanales se torna más frecuente en establecimientos manejados por pequeños productores; sin embargo es preciso saber que no es una alternativa tan efectiva al momento de incubar los huevos de nuestras aves, puesto que con ellas no se logran superar los problemas que se suelen presentar durante la formación del embrión y pueden provocar la muerte o reducir la viabilidad de las aves en el proceso del “pipping” mediante el cual el pollito empuja la membrana hacia el exterior de la célula, además de producir crías débiles.

1.4 Justificación

Este estudio contribuye a la comunidad universitaria, avicultores y personas en general, para lograr las mejoras en el porcentaje de nacimiento de las aves aptas para ser enviadas a las granjas de producción, ya que la falta de conocimiento de las condiciones de incubación puede producir problemas a futuro en el nacimiento de las aves.

En el campo de la avicultura es necesario conocer todos los parámetros básicos para asegurar una buena incubación de huevos, es por eso que este documento tiene como objetivo proporcionar una mejor base para la comprensión de los aquellos factores que repercuten en la ventana de nacimiento de los huevos seleccionados, que ayuden a reducir el porcentaje de muerte embrionaria, proporcionando un nacimiento eficaz y con pollitos de buena calidad.

Por lo tanto, para prevenir todas estas problemáticas que están alterando la ventana de nacimiento y calidad de los polluelos, es necesario recopilar información relevante y actualizada para contar con un protocolo de parámetros básicos que se lleva a cabo en el manejo de los huevos y dentro de las incubadoras para así garantizar una eclosión de huevos segura en nuestras aves.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

- Establecer un protocolo para manejo de las incubadoras destinadas a la producción aviar mediante una correcta manipulación de la temperatura como parámetro básico para reducir la muerte embrionaria y asegurar el porcentaje de eclosión de los huevos de gallina.

1.5.2 Objetivos específicos

- Recopilar información relevante con respecto a las técnicas de manejo en la incubadora para que favorezcan la viabilidad de las aves.
- Describir los parámetros de incubación que están alterando la ventana de nacimiento y la calidad del pollito bebé.

1.6 Líneas de investigación

La presente investigación que corresponde al tema de parámetros básicos de incubación para asegurar la eclosión en los huevos de gallina, tiene como enfoque el **dominio de recursos agropecuarios** para lograr una producción efectiva dando un buen uso a estos recursos que contribuyen a la producción interna y el empleo, así como por su aporte a la seguridad alimentaria; esencial sobre todo para los países menos industrializados.

Por las razones enunciadas anteriormente la **línea de investigación se basa en la salud y bienestar animal**; sobre todo en las aves reproductoras contribuyendo así a disminuir la muerte embrionaria, sin forzar procesos fisiológicos con la gallina se puede incubar tratando de darle a los huevos fértiles un ambiente apropiado e innovado al que tiene en incubación natural. **La sub línea de investigación es la producción y reproducción animal** por lo que aplicando los parámetros básicos de incubación como se menciona precedentemente; obtendremos una producción con un alto porcentaje de nacimientos.

2 DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

En la actualidad, las personas que se dedican a esta actividad invierten grandes cantidades de recursos; además, otras actividades intermedias relacionadas a la producción avícola como es el manejo de los reproductores y la incubación artificial demandan de mucho cuidado, y para lograr enfrentarse a estos desafíos se debe de priorizar el manejo de los huevos fértiles desde las granjas hasta la planta incubadora, lo que contribuiría directamente a la obtención de pollitos de buena calidad y favorecería la viabilidad en su producción (Villagrán 2017).

2.1.1 Generalidades de la incubación

La humanidad está interesada en la producción de huevos desde tiempos inmemorables, puesto que el huevo representa un alimento con un excelente valor proteico para la población. Por otra parte, la necesidad de producir aves de postura ha hecho que los avicultores utilicen estrategias como la incubación artificial para mantener altos estándares que certifiquen la calidad de los huevos y de esta forma se logren desarrollar embriones viables (Hoyos *et al.* 2020).

A partir de un enfoque económico a nivel de productividad, la realización de una incubación natural tendría un efecto contradictorio, ya que el ave deja la postura por dedicarse a cuidar de sus huevos hasta la eclosión; reduciendo el número de huevos puestos por período, que es claramente la finalidad primaria de producción, por consiguiente, es válido recurrir a la incubación artificial; sin embargo, para asegurar que esta estrategia sea efectiva es necesario que el productor conozca de los factores básicos para manipular esta alternativa tecnológica dentro de sus instalaciones (López 1994).

2.1.1.1 Incubación natural vs artificial

La producción de huevos fértiles inicia cuando el macho cubre a la hembra que han madurado sexualmente y realiza la fertilización de sus óvulos; en una incubación natural los huevos que son ovipositados deben de ser recolectados varias veces en el día. En este proceso las aves entran en período de “cloquez” como estado natural,

en el cual las gallinas dejan de poner huevos e inician este período tan relevante e indispensable en el proceso de la reproducción (Ortiz y Cumpa 2016).

Rodríguez (2017) menciona que:

“En la cría moderna de aves, la “cloquez” se suele ver como algo negativo que afecta la producción y no como una forma natural de conservar la especie; esta es una de las razones por las cuales se introduce la incubación artificial”.

En estado de cloquera la gallina deja de poner huevo y se concentra en su nido lo que repercute directamente en la industria avícola, este afecta a la reproducción, ya que el macho es rechazado por la gallina y la consecuente disminución de la producción. Las gallinas seleccionan un sitio cómodo evitando las molestias ocasionadas por la luz y el ruido, reduciendo al mínimo las molestias hasta que se complete el tiempo requerido para la eclosión de sus huevos (Smith 2013)

Por otra parte, Souza *et al.* (2021) menciona que la incubación artificial es considerada por los productores avícolas una alternativa utilizada para aumentar la tasa de postura e incrementar la eficiencia de las granjas de reproducción, no constituye ningún inconveniente si se respetan todos los parámetros tanto biológicos, físicos y tecnológicos. Son equipos especializados que brindan de forma artificial y controlada todos los cuidados necesarios.

Según Cuéllar (2021) el término “Incubabilidad” indica las condiciones que tiene el huevo fértil para producir un desarrollo completo del embrión y eclosionar dando el mayor porcentaje de pollitos nacidos; por lo tanto, su indicador se registra en porcentajes a partir de huevos viables y no viables. Este es un parámetro altamente importante en las salas de incubación, este indicador permite evaluar si el proceso de incubación ha sido exitoso y contribuye a tomar decisiones inmediatas en el caso que deban corregirse fallas durante el manejo de las incubadoras.

2.1.1.2 Tipos de incubadora y sus características

Se debería de tener en cuenta que una incubadora no podría ser únicamente un instrumento que genera calor, debe tener la función de crear las condiciones óptimas de humedad, oxigenación, desplazamiento y temperatura para incubar

huevos. De acuerdo con (Espinoza *et al.* 2010), citado por (Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez 2017) “para los fabricantes de incubadoras el reto actual consiste en diseñar máquinas que permitan un óptimo desarrollo embrionario para cada huevo y cualquier fase de desarrollo”. En el **cuadro 1** se ilustra los tipos de incubadoras que existen hasta la actualidad y sus respectivas características.

Cuadro 1. Incubadoras artificiales y sus características

Tipos de incubadoras	Características
Pequeñas:	Capacidad para 20 huevos máximo, son especiales para usarse en casa y tener tu propia producción de pollitos.
Industriales:	Son aquellas que se utilizan en granjas de producción masiva albergar hasta 5000 huevos en un solo lote, las incubadoras industriales pueden ser manuales o digitales.
Incubadoras comerciales horizontales:	Se encuentran en sectores o seccionales, con ventilación natural y humedad sin regulación automática. Las bandejas se encuentran al mismo nivel, con capacidad de 50 a 500 huevos.
Incubadoras comerciales verticales:	Trabajan con altos volúmenes de huevos y son en forma de armario, llamadas también de tipo gabinete, con sistema de calefacción, ventilación y volteos eléctricos, donde se disponen las bandejas unas sobre otras.
Multi-etapa:	Contiene colocaciones de huevos de diferentes lotes que permite incubar huevos de fechas diferentes al mismo tiempo.
Una sola etapa:	Solo posee espacio para la colocación de un lote de huevos y para una sola fecha de nacimiento.

Fuente: Tomado Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez 2017.

2.1.2 Selección y manejo del huevo fértil.

Hidalgo *et al.* (2021) señala que, el huevo fértil es un organismo vivo al que se debe prestar mucha atención y tratar con sumo cuidado, en muchos casos, los productores se preocupan mucho por las reproductoras, pero se olvidan del producto final; por tanto, debe recogerse los huevos lo más pronto posible y realizar una óptima desinfección (ver Anexo 1)

Asimismo, es importante mantener gallinas de reemplazo para mantener una mayor eficiencia en la fertilidad de los huevos; cabe mencionar que, en un estudio

realizado por (Arcia *et al.* 2019) se evidenció que el mayor porcentaje de postura se ubicó entre 34 y 48 semanas, por lo que desde el punto de vista de la incubación se debe de considerar reemplazar aquellas gallinas que tengan una edad avanzada (senectud), para así garantizar la fertilidad de los huevos y la calidad de los pollitos, en el **cuadro 2** se detallan las características del huevo según la edad de la reproductora.

Cuadro 2. Características, manejo e incubabilidad según la edad de la reproductora.

Edad de la reproductora	Características del huevo	Manejo del huevo	% promedio Incubabilidad
22 – 35 semanas	Huevos pequeños, con cascarón resistente y albúmina densa	Mas tiempo de almacenamiento, a mayor temperatura, menor humedad en el cuarto de almacenamiento.	82 %
35 – 45 semanas	Tamaño óptimo de huevo, buena resistencia de cascarón y albúmina adecuada	Almacenamiento normal de 4 a 8 días con 80 % de humedad en el cuarto	87 %
45 – 65 semanas	Huevos grandes con cascarón delgado y albúmina acuosa	No más de 3 días de almacenamiento se debe bajar la temperatura y aumentar humedad 85%.	77 %

Fuente: Arcia *et al.* 2019

Nilipour (2009) menciona que, desde el momento en que el huevo comienza a formarse dentro del oviducto de la gallina, ya está fuertemente influenciado por las malas condiciones ambientales, tanto internas como externas; por lo que de forma análoga se debe de considerar la alimentación de los reproductores y en especial de las gallinas, para evitar que la postura se vea afectada el requerimiento de proteínas no debe de sobrepasar los 16 gramos diarios.

La buena incubación aborda una serie de parámetros a considerar los cuales parte desde una oportuna recolecta en las granjas para evitar la contaminación de los huevos; se sugiere que se recolecten siguiendo las instrucciones de sanidad y bioseguridad, así mismo se debe considerar el sitio de almacenaje cuente con una óptima condición ambiental. (Ramírez 2020).

2.1.2.1 Calidad del huevo incubable

Smith (2013) menciona “la producción del huevo fértil es el resultado del trabajo en equipo de muchos sectores dentro de la granja, con el fin de obtener un huevo de alta calidad, con una alta tasa de natalidad, del cual nacen pollitos sanos y viables”. Entre las características más importantes que se deben de evaluar para la selección de los huevos es el tamaño y peso del huevo, el cual debe de oscilar entre 50 y 65 g, siendo este un aspecto importante para la vitalidad y peso del polluelo (ver Anexo 3)

Alvarado y Vásquez (2019) argumentan del grosor de la cáscara es otro de los puntos relevantes, el mismo que varía entre 1,4 y 2,4 mm, con un valor medio entre 1,8 y 2,0 mm, se deben eliminar huevos con cáscaras delgadas, que presenten poros y/o deposiciones de calcio, ya que presentarán problemas durante la incubación. La incubabilidad puede afectarse por distintas causas, por lo que se debe considerar que las reproductoras a las 45 semanas de edad pueden presentar problemas, porque las cáscaras en este momento son más delgadas y pueden ser fisuradas o contaminadas por bacterias (Galíndez y Blanco 2017).

Cuadro 3. Causas que afectan la incubabilidad de los huevos.

Causas	Porcentaje (%)
Deficiencia de vitaminas y minerales	1
Huevos no fecundados	1 – 4
Contaminación	0,1
Roturas y defectos de la cáscara	1,0
Conservación deficiente	1,0
No adaptación al régimen de incubación	3,4
Problemas de metabolismo embrionario	0,5
Defectos internos del huevo	1,0

Fuente: Adaptado de Sardá y Vidal (2005)

2.1.2.2 Condiciones de conservación.

Después de seleccionar los mejores huevos, en función de la frescura, la ausencia de daños externos y el peso adecuado, se desinfectan a una temperatura de 20 – 25 °C. Para evitar la pérdida de fertilidad por esto se recomienda coleccionar de 4 a 5 veces los huevos al día, también es práctico fumigar inmediatamente los huevos para reducir la posible carga microbiana mediante la aplicación de formol, permanganato o con el bactericida, fungicida y virucida TH4 (Galíndez 2019).

Finalmente, el almacenamiento de huevos antes de ser llevados a la incubadora es un factor muy significativo para no perder el potencial de eclosión, se colocan en bandejas apropiadas para este proceso, es decir, especializadas para el acaparamiento procurando uniformidad del tamaño de los huevos y la posición con punta hacia abajo. Se trasladan los huevos en el cuarto frío con una temperatura de entre 15 y 20 °C y con 75 – 80 % de humedad relativa, la época en la cual se encuentre afectará la calidad del huevo y por tanto el porcentaje de incubabilidad (Murillo 2012).

Cuadro 4. Condiciones de almacenamiento y su relación con el porcentaje de incubación.

Temperatura de almacenamiento (°C)	% de incubabilidad según el tiempo de almacenamiento	
	1 – 4 días	5 – 10 días
15	73,4	76,2
20	76,3	75,0
25	74,9	72,6

Fuente: Tomado Murillo 2012

2.1.3 Uso de incubadoras automatizadas

El diseño de la incubadora es básicamente una solución técnica a nivel pecuario para incrementar la productividad de las gallinas reproductoras, a través de este equipo se programan los parámetros biológicos de temperatura, humedad, intercambio de aire y volteo; por lo que los avicultores deben de conocer el manejo de estos indicadores aire. Es importante configurar perfectamente las necesidades requeridas durante la ejecución de este proceso; por lo que, los huevos antes de ser

introducidos en la incubadora, ya esta se debe de encontrar precalentada y lista para producir el efecto deseado en su desarrollo (López 1994).

2.1.4 Condiciones de incubación

La temperatura es el factor más importante para que tenga lugar el desarrollo del embrión, tanto un exceso como un nivel inferior al óptimo provocan un aumento porcentual del número de pollitos nacidos con malformaciones y una reducción de los porcentajes de eclosión, con las consecuencias lógicas de merma en la producción de pollitos viables (Hoyos et al.2020).

Durante la incubación, parte del agua del huevo se pierde por evaporación y parte por ser absorbida por el embrión, así que es necesario restituir esa humedad; una adecuada humedad dará como respuesta un buen tamaño y conformación ósea del embrión, por lo tanto, es necesario eliminar el CO₂ 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 (Jara 2019).

Los huevos destinados a la incubación deben colocarse con la punta más ancha hacia abajo; se sabe que un alto porcentaje de estos huevos mal colocados no eclosionan. Las superficies externas de los huevos deben estar libres de contaminación al igual que las superficies de los cuartos o salas, las máquinas incubadoras deben ser diseñadas para facilitar la limpieza regular y la esterilización efectiva (Ricaurte 2015).

2.1.5 El precalentamiento y su relación con el desarrollo embrionario

Según Alvarado y Vásquez (2019) antes de introducir los huevos en la incubadora es conveniente someterlos a un período de aclimatación, así evitaremos variaciones bruscas de temperatura y que el vapor de agua se condense en la cáscara taponando los poros; los huevos se pueden preincubar sometiéndolos a una temperatura de 38 °C durante 2 horas, y después se enfrían a temperatura ambiente antes de colocarlos en las incubadoras lo que contribuirá a un aumento del porcentaje de incubabilidad (+ 1 a 2 %).

2.1.6 Factores que afectan el desarrollo embrionario

2.1.6.1 Temperatura

Es necesario que la temperatura con la que se quiere trabajar este en un punto fijo, ya que las temperaturas más altas que las normales son muy peligrosas causan la muerte del embrión, deshidratación, nacimientos prematuros y alta mortalidad de los pollitos durante la primera etapa de vida. Por otro lado, la temperatura de incubación insuficiente prolonga el tiempo de incubación, así como pollitos inmaduros y de aspecto débil (Galíndez y Blanco 2017).

En general, en la gallina se considera óptima una temperatura de entre 37,5°C a 37,7°C en el interior de las incubadoras y 36,1°C a 37,2°C en el de las nacedoras 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, de igual forma el exceso de calor en los días 11 y 18 afectan no solo a la incubabilidad del pollito sino también al desarrollo y viabilidad (Souza *et al.* 2021). Es otras palabras, este parámetro influye directamente en la formación y desarrollo del embrión.

2.1.6.2 Humedad Relativa

La humedad relativa es uno de los aspectos más ignorados de la incubación, pero tiene una gran influencia en el crecimiento del embrión y el intercambio de gases; 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, blando al tacto y pegados a la cáscara (Reyes 2021).

De acuerdo con Souza *et al.* (2021) Si hay poca humedad el huevo pierde agua y se deshidratará dando como resultado pollitos pequeños, duros, con un aspecto reseco y áspero en el plumaje, cuando se colocan los huevos a la incubadora y tres días antes de la eclosión deben permanecer con un 58-60 % de humedad relativa, cuando ocurre la eclosión se aumenta al 65 %, la humedad óptima para la conservación de los huevos es del 75%.

2.1.6.3 Ventilación

El aire debe contener entre 21 y 22 % de oxígeno, y no más de 0,5 % de dióxido de carbono, para asegurar un aporte adecuado de oxígeno contenido en la cámara incubadora, esta se debe ubicar en un lugar con abundante aireación o con ventilación especial auto controlada, por medio de ventiladores externos ya que un aumento en el porcentaje de dióxido de carbono provoca anomalías, lentitud de desarrollo y debilidad del embrión (Valdez 2008).

2.1.6.4 Volteo

De acuerdo con Padilla *et al.* (2007) 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. 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. Esta operación es esencial durante la primera semana de incubación, la cual se efectúa varias veces al día, y pierde importancia hasta ser innecesaria en las nacedoras.

Esto es porque a partir del sexto día de incubación, el embrión empieza a efectuar movimientos voluntarios o contracciones que impiden que se pegue a las membranas internas de la cáscara; 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 (Jara 2019).

2.1.7 Importancia ovoscopia y embriodiagnóstico

El embriodiagnóstico de huevos no nacidos nos orientará en la búsqueda del origen de las causas del descenso de rendimiento de los lotes además de la contaminación del embrión. Es imprescindible tener en cuenta los días de almacenamiento del huevo incubable, ya que en lotes con almacenamiento prolongado la incubabilidad se ve negativamente afectada y es un factor a tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados (Hidalgo *et al.* 2021).

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'. Reis (2019) demostró una mejoría en la calidad de los pollitos como consecuencia de la remoción de los huevos claros durante el proceso de ovoscopia, especialmente con parvadas más viejas (ver Anexo 2).

2.1.7.1 Desarrollo embrionario

El desarrollo del embrión se da después de 5-6 horas de incubación, una vez fecundado el huevo en el primer día, la embriogénesis comienza y dura 5 días, después de los cuáles el embrión crece hasta completar la incubación. Según Warin (2008) afirma que durante los últimos 3 días los órganos se desarrollan, el pollo entra en su fase de maduración; los riesgos de malformación son altos especialmente durante los primeros seis días de incubación. En el **gráfico 1** se muestra la maduración y preparación para el nacimiento (17-21 días).

Etapa	Evolución de peso en 24 h	Descripción del embrión
Día 17	x 1,2 18 g	Cabeza entre la piernas
Día 18	x 1,2 22 g	Cabeza bajo el ala derecha
Día 19	x 1,2 26 g	Desaparece el fluido amniótico, la mitad del vitelo ha desaparecido
Día 20	x 1,2 32 g	Vitelo enteramente incluido en el embrión, el pico empieza a moverse
Día 21		Rotura de la cáscara, eclosión

Gráfico 1 La maduración y preparación para el nacimiento (17-21 días)

Fuente: Warin (2008)

Ricaurte (2015) señala que:

El embrión es una estructura delicada, que es muy susceptible a ser dañada, por tanto si no se tiene el cuidado necesario la calidad de este se ve afectada por múltiples factores biológicos, incluyendo la genética, el estado de salud de los reproductores, el estrés, la nutrición, la higiene, y el enfriamiento del huevo después de la puesta; la mortalidad antes de la carga puede ser el resultado de impactos físicos tales como choques mecánicos, cambios rápidos en la temperatura, deshidratación, infecciones y productos químicos.

Por consiguiente, el huevo para incubar debe ser tratado como un organismo vivo y delicado por lo tanto debe evitarse un manejo brusco, una desinfección excesiva, unos cambios rápidos y grandes en las condiciones ambientales. La velocidad del desarrollo embrionario varía en función de los factores antes mencionados, de igual forma las diferencias son más notables los primeros días de la incubación (Warin 2018).

Ricaurte (2005) indica que:

Se puede intentar definir exactamente la edad del embrión a partir de una descripción morfológica; sin embargo, 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.

Según Ricaurte (2005) las diferencias son más notables los primeros días de la incubación, por lo que es necesario tomar algún parámetro para establecer comparaciones para que sirva como una guía en la realización del diagnóstico del desarrollo del embrión; asimismo, se debe destacar que luego de varias horas de iniciado el proceso de incubación se reanuda el desarrollo embrionario. Además, entre las 24 y 40 horas aparecen muchas estructuras que darán formación a los órganos y estructuras definitivas del embrión (ver Anexo 4).

2.1.7.2. Muerte embrionaria y sus posibles causas

En caso de incubación baja es importante identificar la causa del problema lo antes posible, a través de un examen de ovoscopia y embriodiagnos; según Ramírez (2021) la muerte embrionaria se produce en momentos definidos y en la misma proporción, los momentos de mayor probabilidad de muerte se denominan períodos críticos y ocurren en cuatro estadios bien concretos:

- El primero ocurre en el 5to día de incubación
- El segundo estadio entre 5 a 17 días
- El tercero entre el día 17 y 19,
- El cuarto estadio ocurre durante la eclosión.

Durante los primeros días de incubación es más probable que se dé la muerte en los embriones y esto se debe al mal manejo del huevo, transporte deficiente, almacenamiento inapropiado, temperatura inadecuada de pre incubación y fumigación incorrecta. Otro estado crítico es cuando se produce el cambio en la respiración, que pasa de ser corioalantoidea a pulmonar en este período el embrión cesa de respirar a través de la membrana para comenzar a hacerlo por sus pulmones durante 6 horas, de no suceder se origina la muerte embrionaria (Murillo 2012).

2.1.8 Ventana de nacimiento

Para producir aves saludables es importante mantener buenas prácticas de manejo en la incubadora; una técnica de manejo es la medición de la ventana de nacimiento para verificar el número de pollitos nacidos después de que los huevos son transferidos de la incubadora a la nacedora. Si los pollitos nacen muy temprano tendrán problemas de deshidratación, por lo que se puede presentar un pobre desempeño y un aumento de la mortalidad; y si están naciendo demasiado tarde el resultado puede ser huevo con un embrión vivo, pero no nacido (Aviagen 2020).

Según Alvarado y Vásquez (2019):

La transferencia de la fase incubable a nacedera se realiza normalmente entre el día 18 – 19, siendo consejo de algunos autores que el momento óptimo es cuando el 1% de los huevos estén picados, debe ser lo más rápida posible y en condiciones de temperatura y humedad que no causen un cambio brusco con respecto a los parámetros que los huevos tenían en la incubación, este proceso se debe ejecutar de forma muy delicada pues cualquier impacto brusco provocaría la fisura o rotura del huevo y posterior muerte del embrión.

La temperatura en las nacedoras desde el día 19 han de ser inferior a la de incubación, se reduce hasta 35,5-36 °C facilitando así el picaje de la cáscara por parte del pollito y su posterior eclosión; de la misma forma hay que aumentar la humedad hasta el 85 % (esto facilita la rotura del cascarón). Se pueden rociar los huevos con agua tibia, a partir del día 19 y hasta la eclosión de los mismos, a fin de aumentar la humedad para facilitar la rotura de la cáscara por los pollitos (Hidalgo *et al.* 2021).

2.1.9 Medidas sanitarias aplicables antes y posterior a la incubación

Los huevos deben recogerse lo más pronto posible y se desinfectarán en un sitio libre de polvo, se pueden fumigar, bien en la misma granja, o bien en la sala de incubación; los desinfectantes con mejor resultado son los que contienen formol, los huevos que estén muy sucios o muy contaminados con heces no deben lavarse ni deben ponerse nunca cerca de los limpios ya que agrava todavía más la contaminación. Es muy importante realizar pruebas bacterianas para conocer cuál es el grado de contaminación de la cáscara, se ha comprobado que el uso de slats (rejilla de plástico para mejora de suelos) reduce la incidencia de huevos sucios y rotos, obteniéndose, en consecuencia, mejor incubabilidad (Masaquiza *et al.* 2021).

2.1.10 Reglas de oro dentro de las plantas incubadoras

La falta de precisión en las reglas que uno aplica puede afectar los resultados de incubación por esta razón el manejo al que se someten los huevos va a depender la mala o buena incubabilidad, considerando las reglas lograremos entender mejor a la gallina madre utilizando la naturaleza como referente para la optimización del rendimiento y del desarrollo del producto final; las máquinas incubadoras deben centrarse fundamentalmente en alcanzar el máximo rendimiento en nacimientos. De las reglas de oro existentes que se aplican dentro de la planta de incubación, depende otorgar un ambiente propicio a los embriones.

Reyes (2021) menciona las siguientes reglas de oro:

1. Los huevos de alta calidad o buenas características proporcionan los mejores resultados.
2. La bioseguridad es de suma importancia.
3. Las máquinas deben disponer de un buen mantenimiento y estar bien calibrada con la temperatura y humedad óptima.
4. El CO₂ es dañino por encima del 0.45%.
5. Se necesita una pérdida de peso del 12% para un buen nacimiento.

6. El rendimiento de pollitos tiene que ser de 67-68%.

Considerando la regla 1 y 2 se deduce que la fertilidad del huevo se mantiene eficazmente hasta el séptimo día, pero luego declinará rápidamente, por esto no se debe almacenar los huevos más de 7 días y peor aún si se conservan más de 3 semanas ya que la fertilidad cae casi en cero; para evitar este tipo de inconvenientes se debe planear un horario regular al incubar. Limpie y desinfecte a fondo las incubadoras y la nacedoras antes de cada utilización, retire todas las cáscaras de huevo, polvo y demás con una escobilla o una aspiradora, lave la unidad con una solución de detergente caliente y enjuague con agua.

Dando uso a la regla 2 y 3 obtenga la mejor eclosión manteniendo la temperatura a 37.7 °C durante todo el período de incubación al utilizar una incubadora de aire forzado y la de aire quieto a 38.8 °C; un error de un grado de la temperatura por 21 días puede interferir seriamente con el crecimiento embrionario.

La ventilación es muy importante durante el proceso de incubación, a medida que el embrión se desarrolla ingresa oxígeno al huevo a través de la cáscara y el dióxido de carbono escapa de la misma manera. En caso de apagones existen dos consideraciones más importantes, es evitar que los huevos se sobrecalienten y garantizar que tengan un suministro adecuado de oxígeno.

Fundamentando la regla 4, 5 y 6 el rendimiento de los pollitos no es una referencia única válida, pero si es un buen indicador para saber que la variación de unas horas en las nacedoras puede cambiarlo todo. Las máquinas modernas deben ser herméticas, lo cual da la posibilidad de controlar el CO₂ para mejorar el desarrollo del embrión; la gravedad específica la cual se usa para medir el grosor de la cáscara parece ser más importante que la pérdida de peso del huevo.

2.2 Marco metodológico

Para evaluar la importancia de los parámetros básicos de incubación es necesario el desarrollo de la metodología de investigación deductiva - descriptiva; por lo que se requiere recopilar información de autores que tengan diferentes puntos de vista orientados al tema de estudio, pero enfocados en un mismo objetivo. Esta

indagación fue extraída de tesis, libros, revistas y artículos científicos para desarrollar el presente estudio de caso.

La información obtenida nos permite conocer más de cerca los factores que están afectando a los nacimientos, y logrando a la vez que el lector se informe de manera sintetizada de las condiciones que rodean al embrión mediante el proceso de incubación, los mismos que no se deberían tomar a la ligera porque de estos resultados dependerá la producción de los pollitos.

2.3 Resultados de la investigación

Entre los resultados más relevantes que se pudo obtener los mismos que han sido analizados y nos permiten detallar a breves rasgos la importancia de implementar los parámetros básicos para una buena incubación, considerando como primer punto una temperatura óptima de 37,5 °C a 37,7 °C en el interior de las incubadoras y 36 °C a 37,2 °C en las nacedoras para el desarrollo y viabilidad del embrión. Al igual que la humedad relativa para la conservación de los huevos es del 75 % pero si esta es muy alta el embrión no se oxigena y sufre de asfixia, si es muy baja el huevo pierde agua lo que da como resultado pollitos pequeños.

La ventilación es muy significativa durante el proceso de incubación ya que a medida que el embrión se desarrolla se oxigena a través de la cáscara expulsando el dióxido de carbono; para un buen desarrollo del embrión, es indispensable la rotación del huevo, porque de lo contrario, el embrión tendería a adherirse a las paredes de la cáscara lo que impediría ubicarse de manera adecuada para el nacimiento. Las condiciones y calidad del huevo fértil dependen mucho del manejo que se realiza en la granja de postura, por esta razón hay que contar con un plan de bioseguridad para disminuir futuras enfermedades en los reproductores y posterior la contaminación del huevo “Un huevo contaminado no es incubable”.

2.4 Discusión de resultados

Los resultados de este estudio permiten evidenciar que, manteniendo las condiciones apropiadas dentro del manejo e incubación de los huevos, lograremos un gran número de nacimientos (eclosión) disminuyendo así el porcentaje de muerte

embrionaria; Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez (2017) resaltan que “Es fundamental verificar las condiciones de incubación (temperatura, humedad, volteos, posición)”.

Asimismo, Jara (2019) considera que los factores antes mencionados son de vital importancia efectuarlos en el proceso de incubación, con el fin de reducir los inconvenientes dentro de la incubadora logrando disminuir la muerte embrionaria y obteniendo un alto porcentaje de pollinos sanos y vivos.

Según Galíndez y Blanco (2017) la mortalidad embrionaria es una variable a considerar cuando hay problemas de baja incubabilidad para poder hacer ajustes y tener éxito en los nacimientos; es importante realizar estudios y registros de todas las áreas que componen una planta incubadora, de manera que se puedan analizar oportunamente las causas de muerte embrionaria para discernir si es un problema de función o fertilidad del huevo.

En desacuerdo con Smith (2013) manifiesta que un control incorrecto significa que la temperatura o la humedad son demasiado altas o bajas durante el tiempo que interfirió para permitir el crecimiento y desarrollo normal del embrión; al igual que una incorrecta ventilación, la falta de movimiento en huevos o la limpieza de estos dan malos resultados de eclosión. Sin embargo, Reyes (2020) plantea que para garantizar un buen nacimiento se necesita una pérdida de peso del 12 %; lo que según (Nilipour 2009) no es tan necesario ya que podemos ocasionar una pérdida excesiva de agua en el huevo ocasionando una deshidratación en el embrión o que estos se adhieran a la cáscara.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

El presente estudio fue diseñado para determinar los factores que se deben considerar para tener éxito en el proceso de incubación artificial, en base al análisis de los resultados se puede concluir diciendo que la utilización de cada una de las condiciones de incubación (temperatura, humedad, volteos, ventilación), además de la bioseguridad y el manejo del pollito se puede lograr una disminución de inconvenientes que se presenten en la planta de incubación, obteniendo así buenos resultados como un pollito de excelente calidad.

La observación de los residuos de restos de cáscaras de huevo, plumón, huevos infértiles, embriones muertos, fluidos de huevos y aguas residuales que quedan después de los nacimientos nos permite determinar las áreas a ser examinadas, es por esto que es de suma importancia que el personal encargado del manejo de huevos de la incubadora y de la granja de reproductores trabaje como un equipo, para así facilitar la detección de algún problema y tomar las medidas correctivas necesarias.

Para hacer que el proceso de incubación artificial en los huevos sea eficaz va a depender desde el manejo de los reproductores, la alimentación de los mismos, el control de las enfermedades, actividad de apareamiento y peso corporal; respecto a la calidad del huevo se debe evitar fisuras para prevenir la contaminación y sean útiles para la incubación, otro factor a considerar es el peso, la calidad de la cáscara e higiene del huevo.

3.2 Recomendaciones

Estos hallazgos sugieren:

Desinfectar los huevos mediante la aplicación de compuestos como el amonio cuaternario, el dióxido de cloro, el agua electrolizada, fungicida y virucida TH4, para luego ser transportados cuidadosamente a la planta incubadora. Durante el almacenamiento de los huevos una temperatura de 55°F y una humedad relativa del 75%.

Mantener una calibración apropiada en la temperatura de las máquinas de incubación y en las nacedoras; además, de preparar el precalentamiento de los huevos contribuye al buen desarrollo embrionario ya que se evita el shock térmico. Garantizando una ventilación adecuada a los polluelos en etapa de nacedera es otro de los parámetros a considerar para obtener oxígeno fresco.

No es recomendable tener reproductoras mayores a 65 semanas, ni conservar el huevo más de 3 días ya que producen huevos con poco porcentaje de fertilidad. Para determinar el número de huevos infértiles y huevos con embriones muertos se debe utilizar el ovoscopio o un análisis embriodiagnóstico. El volteo de los huevos favorece el posicionamiento correcto del embrión y evita que se pegue, ayudando la formación de las membranas internas.

Se debe evaluar la alimentación que se le está proporcionando a los reproductores en caso de que existan problemas de mal formaciones de huevos o huevos con cáscaras muy delgadas. Cuando hay mucho estrés en los reproductores el porcentaje de postura se ve afectado, por lo tanto, se debe tener las granjas en un lugar apartado de carreteras y de viviendas.

Aplicar las reglas de oro para ayudar a mermar la muerte embrionaria. Finalmente recomiendo a todos los especialistas en incubación de huevos a que realicen un estudio dentro de la incubación de distintos tipos de aves a fin de conocer cuál es el factor más influyente en la muerte embrionaria y comprobar con mi información proporcionada para ver su grado de validez.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS

4.1 Referencias bibliográficas

- Alvarado, F; Vásquez, P. 2019. Desarrollo embrionario (sitio web en línea). <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1061>
- Aviagen (compañía de reproducción avícola). 2020. Consejos para la Incubadora. Texas, México. s. e. 52 p. https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/HatcheryTips-ES.pdf
- Arcia, J; Galíndez, R; Angulo, L; De la Rosa, O. 2019. *Qtl*’S Asociados a producción de huevos, evaluados en la población F2 producto del cruce entre dos razas de gallinas criollas (sitio web en línea). <https://n9.cl/b014e>.
- Berry, G. 2010. Introducción a los tiempos y condiciones óptimas de la incubación en una serie de especies aviarias (sitio web en línea). <https://www.elsitioavicola.com/articles/1802/incubacion-artificial/>
- Cuéllar, J. 2021. Incubación: obtención de pollitas para puesta y de pollitos para carne (sitio web en línea). <https://www.veterinariadigital.com/articulos/incubacion-en-gallinas-ponedoras/>
- Galíndez, R. 2019. Promedio de producción de huevos. (sitio web en línea). https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Curva-promedio-de-produccion-de-huevos-hasta-las-56-semanas-de-edad-en-gallinas_fig2_48225030
- Galíndez, R; Blanco, F. 2017. Eclosión, muerte embrionaria y calidad de pollitos en cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. *Revista Científica*, 27(1): 56-61p. <https://www.redalyc.org/journal/959/95950495008/html/>.
- Hernando, A. 2017. Factores que influyen sobre el huevo incubable. *BM Editores*, 32(10): 295-298. <https://bmeditores.mx/avicultura/factores-que-afectan-la-productividad-en-la-planta-de-incubacion-1416/#:~:text=En%20las%20reproductoras%20los%20factores,%2C%20manejo%2C%20almacenamiento%20y%20transporte.>

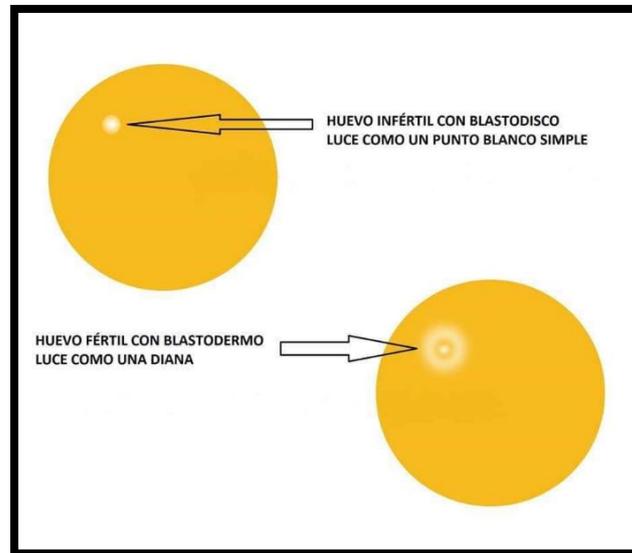
- Hidalgo, V; Moposita, M; Naveda, O. 2021. Parámetros productivos en la incubación de huevos considerados como no aptos procedentes de reproductoras pesadas. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 6(12): 488-503. <https://www.redalyc.org/journal/5768/576868967024/html/> .
- Hoyos, J; M. Quintero, M; Velásquez, B. 2020 “Bienestar animal en el proyecto avícola de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña”, Mundo Fesc, vol. 10, no. 19, pp. 88-101, 2020. [https://www.researchgate.net/publication/350558330 Bienestar animal en el proyecto avicola de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña](https://www.researchgate.net/publication/350558330_Bienestar_animal_en_el_proyecto_avicola_de_la_Universidad_Francisco_de_Paula_Santander_Ocaña).
- Jara Carrión, C. 2019. Desarrollo de un equipo inteligente para controlar los parámetros de gestación en huevos de aves de corral. Tesis UCSG. 125 p. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12640>.
- Kolanczyk M. 2021. Investigando las razones de un mal nacimiento. *Selecciones avícolas*. <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2021/10/investigando-las-razones-de-un-mal-nacimiento>.
- López, M. 1994. Explotación comercial de aves. Albatros. República de Argentina. s.p. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000101652/Description>.
- Murillo Suárez, M. 2012. Efecto del tiempo en la fertilidad de huevos de gallinas criollas (*Gallus domesticus*). (en línea sitio web) <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2513/1/T-UTEQ-0095.pdf>.
- Masaquiza, D; Vargas, J; Ortiz, N. 2021. Incubación artificial y producción de huevos. CIENCIAMATRIA, 7(1): 73-94. <https://www.cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/465> .
- Nilipour, A. 2009. Efecto de las reproductoras y su manejo, de la incubación y de la embriogénesis sobre la progenie. (sitio web en línea). <https://www.wattagnet.com/articles/4492-efecto-de-las-reproductoras-y-su-manejo-de-la-incubacion-y-de-la-embriogenesis-sobre-la-progenie>.
- Ortiz Chávez, H. H., & Cumpa Gavidia, M. E. (2016). Causas de mortalidad embrionaria en la incubación natural y artificial de huevos de Pata Criolla

- (*Cairina moschata* doméstica L.). In *Anales Científicos* Vol. (77):69-76).
<https://doi.org/10.21704/ac.v77i1.547>
- Padilla, O; Guerra, L; Uña, F. 2007. Incubación de huevos aptos y no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas. (sitio web en línea).
<https://core.ac.uk/download/pdf/268092755.pdf>
- Ramírez, C. 2021. Mortalidad embrionaria temprana (en línea sitio web).
<https://avicultura.com/mortalidad-embrionaria-temprana/>
- Reis, P. 2019. Métodos alternativos de almacenamiento de los huevos: punta pequeña hacia arriba o volteo. *Selecciones Avícolas*. s.n.t. 52 p.
<https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2016/01/la-calidad-del-aire-en-las-plantas-de-incubacion.>
- Reyes, G. 2021. Las reglas de oro para la incubación (en línea sitio web).
<https://www.industriaavicola.net/wp-content/uploads/2020/01/Reyes.pdf>
- Reyes, M; Arias, R. 2011. Influencia del tiempo de almacenamiento previo a la incubación sobre el desarrollo embrionario, incubabilidad y calidad del pollito finquero. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Loja, Ecuador, UNL. 126 p.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5382>
- Ricaurte G., S. 2005. Embriodiagnos y ovoscopia. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. VI, núm. 3, pp. 1-25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612812004>.
- Rodríguez, E. 2017. Veterinaria Digital: todo sobre la medicina veterinaria y producción animal. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-cloquez/>.
- Rodríguez Moya, J; Cruz Bermúdez, A. 2017. Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en aves de corral. *Nutrición Animal Tropical*, 11(1): 16-37
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/28295>.
- Smith, W. 2013. Procedimiento para la incubación de huevos (sitio web en línea).
<https://www.avicultura.mx/destacado/Procedimiento-para-la-incubacion-de-huevos.>

- Souza, C; Poutry, C. 2021. Efectos de diferentes sistemas de incubación sobre el crecimiento y la calidad de los pollos. (sitio web en línea). <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2021/10/efectos-de-diferentes-sistemas-de-incubacion-sobre-el-crecimiento-y-la-calidad-de-los-pollos>.
- Villagrán, A; Villacis, J. 2017. Las compañías de elaboración de productos alimenticios, el papel en el crecimiento económico de la provincia de Tungurahua período 2007-2017. Tesis ing. Ambato, Ecuador, UTA. 129 p. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31380>.
- Valdez, D. 2008. Producción de pollitos criollos BB con dos tipos de huevos (verde-azulados y café claro) mediante el empleo de incubadora artesanal. (sitio web en línea). <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/17937>
- Warin, S. 2008. El desarrollo embrionario. (sitio web en línea). <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/2/3783-el-desarrollo-embrionario.pdf> .

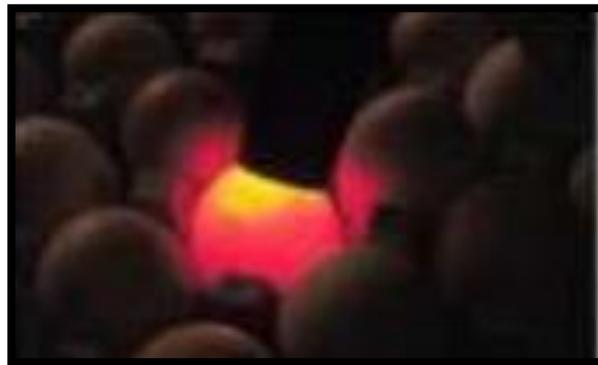
4.2 ANEXOS

Anexo 1. Diferencias de un huevo fértil vs. Infértil



Fuente: Tomado de Nilipour 2009.

Anexo 2. Ovoscopia



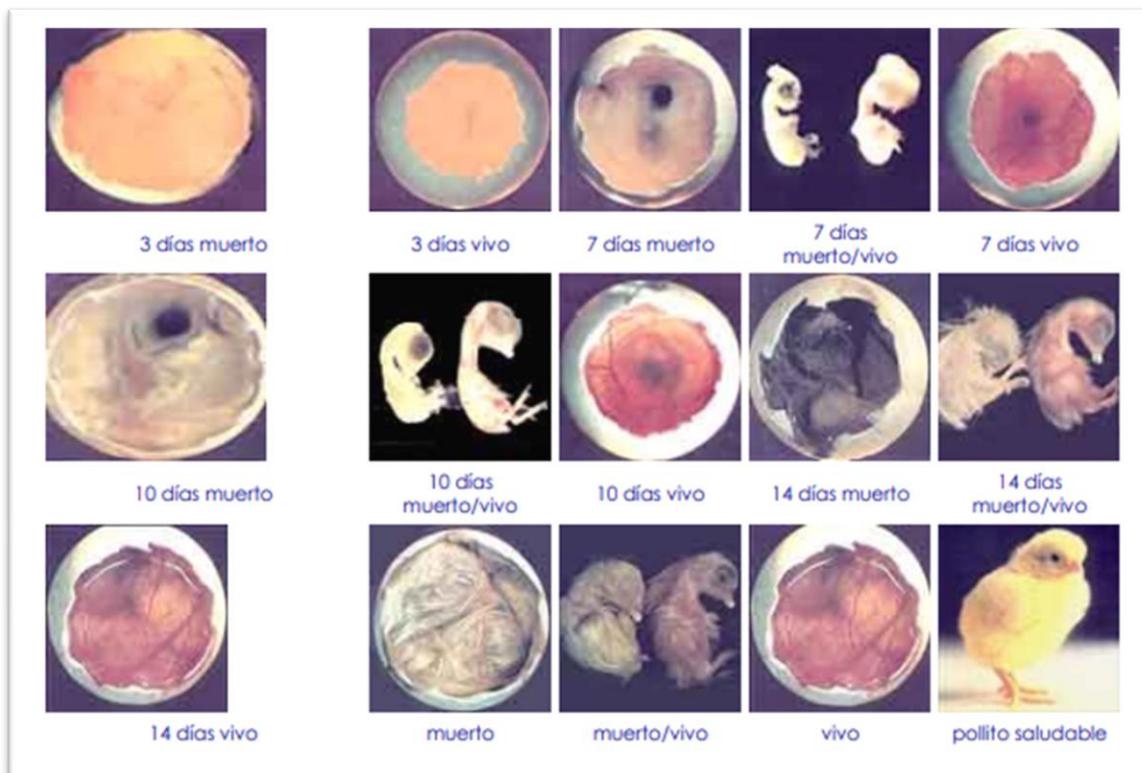
Fuente: Tomado de Ricaurte 2005.

Anexo 3. Posibles defectos de huevos fértiles.



Fuente: Tomado de Alltech 2014.

Anexo 4. Diferencias entre un embrión muerto vs un embrión viable (distintas etapas).



Fuente: Tomado de Ricaurte 2005