

Vol. 10 Núm. 021 Suplemento CICA Multidisciplinario
Enero – junio 2026

**DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA VIABILIDAD,
DESARROLLO EMBRIONARIO Y SALUD POSNATAL EN POLLOS COBB 500**

**DIFFERENT STORAGE TEMPERATURES ON VIABILITY, EMBRYONIC DEVELOPMENT,
AND POSTNATAL HEALTH IN COBB 500 CHICKENS.**

**DIFERENTES TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO SOBRE A VIABILIDADE,
DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E SAÚDE PÓS-NATAL EM FRANGOS COBB 500.**

AUTORES

Cruz María Vargas Vera¹ Autor de correspondencia cruz_vargas_mmv@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López Manabí- Ecuador

Iduarte Salvador Loo Zambrano² Autor de correspondencia

loor_iduarte_mmv@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López Manabí- Ecuador

Vicente Alejandro Intriago Muñoz³ Autor de correspondencia vicente.intriago@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López Manabí- Ecuador

Marco Antonio Alcívar Martínez⁴. Autor de correspondencia marco.alcivar@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López Manabí- Ecuador

Recibido: 5 de octubre 2025 **Aceptado:** 7 de septiembre 2025 **Publicado:** 20 de junio 2026

RESUMEN

El almacenamiento de los huevos desempeña un papel fundamental en la producción avícola, en vista que incide directamente en la viabilidad y desarrollo del embrión durante el proceso de

¹<https://orcid.org/0009-0001-9825-6850>; Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Maestría en Medicina Veterinaria. Calceta, Manabí, Ecuador.

²<https://orcid.org/0009-0005-2387-0417>; Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Maestría en Medicina Veterinaria. Calceta, Manabí, Ecuador.

³<https://orcid.org/0000-0002-5583-0672>; Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Maestría en Medicina Veterinaria. Calceta, Manabí, Ecuador.

⁴<https://orcid.org/0009-0003-7292-6099>; Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Docente de Medicina Veterinaria. Calceta, Manabí, Ecuador.

incubación, así como la calidad final de los pollitos al momento del nacimiento. El Objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos periodos de almacenamiento y tres temperaturas sobre parámetros de incubación de huevos fértiles Cobb 500 y el peso de los pollos al nacimiento. Los Métodos utilizados fueron el Analítico – Sintético, se aplicó un DCA con arreglo factorial 2x3, donde los factores en estudio fueron: A: días de almacenamiento 7 y 14 y B: temperaturas 16, 18 y 20 °C, se establecieron los siguientes tratamientos: T1 =7 días a 16 °C, T2 =7 días a 18 °C, T3 =7 días a 20 °C, T4 =14 días a 16 °C, T5 =14 días a 18 °C y T6 =14 días a 20 °C. Las variables evaluadas fueron mortalidad embrionaria MET (Temprana), MEI (Intermedia), META (Tardía), porcentajes de pollos de primera, segunda, incubabilidad, pérdida de peso en incubación, peso de pollos y la relación con el peso del huevo. Se demostró un efecto significativo ($p < 0.05$) del tiempo y la interacción tiempo*temperatura sobre MET, pollitos de primera, de segunda e incubabilidad, mientras que la temperatura no afectó estos parámetros; las demás variables evaluadas no presentaron diferencias ($p > 0.05$). Se concluye que el tiempo de almacenamiento de los huevos influye en los parámetros MET, producción de pollos, incubabilidad y el peso del pollito al nacimiento, mostrando un efecto negativo al aumentar el periodo de almacenamiento de los huevos, se observó que la temperatura de almacenamiento no afectó los parámetros evaluados, se recomienda limitar el almacenamiento de huevos fértiles a periodos no mayores de 7 días, manteniéndolos en un rango de temperatura entre 16 y 20 °C.

PALABRAS CLAVE: Parámetros de incubación, huevo incubable, muerte embrionaria, pollos broilers, fertilidad.

ABSTRACT

Egg storage plays a fundamental role in poultry production, as it directly affects the viability and development of the embryo during the incubation process, as well as the final quality of the chicks

at birth. The objective of this research was to evaluate the effect of two storage periods and three temperatures on the incubation parameters of fertile Cobb 500 eggs and the weight of the chicks at birth. The methods used were analytical-synthetic, applying a 2x3 factorial DCA, where the factors under study were: A: storage days 7 and 14 and B: temperatures 16, 18, and 20°C. °C. The following treatments were established: T1 = 7 days at 16 °C, T2 = 7 days at 18 °C, T3 = 7 days at 20 °C, T4 = 14 days at 16 °C, T5 = 14 days at 18 °C, and T6 = 14 days at 20 °C. The variables evaluated were embryonic mortality MET (Early), MEI (Intermediate), META (Late), percentages of first and second chicks, hatchability, weight loss during incubation, chick weight, and the relationship with egg weight. A significant effect ($p < 0.05$) of time and the interaction between time and temperature on MET, first-chicks, second-chicks, and hatchability was demonstrated, while temperature did not affect these parameters; the other variables evaluated did not show any differences ($p > 0.05$). It is concluded that egg storage time influences MET parameters, chick production, hatchability, and of chickens, hatchability, and chick weight at birth, showing a negative effect as the storage period of the eggs increased. It was observed that the storage temperature did not affect the parameters evaluated. It is recommended to limit the storage of fertile eggs to periods of no more than 7 days, keeping them at a temperature range between 16 and 20 °C.

KEY WORDS: incubation parameters, hatching egg, embryonic death, broiler chickens, fertility.

RESUMO

O armazenamento dos ovos desempenha um papel fundamental na produção avícola, uma vez que afeta diretamente a viabilidade e o desenvolvimento embrionário durante a incubação, bem como a qualidade final dos pintos à eclosão. O objetivo desta investigação foi avaliar o efeito de dois períodos de armazenamento e de três temperaturas nos parâmetros de incubação dos ovos férteis Cobb 500 e no peso dos pintos à eclosão. Os métodos utilizados foram analítico-sintético e foi

aplicado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com um arranjo fatorial 2x3. Os fatores em estudo foram: A: dias de armazenamento (7 e 14) e B: temperaturas (16, 18 e 20 °C). Foram estabelecidos os seguintes tratamentos: T1 = 7 dias a 16 °C, T2 = 7 dias a 18 °C, T3 = 7 dias a 20 °C, T4 = 14 dias a 16 °C, T5 = 14 dias a 18 °C e T6 = 14 dias a 20 °C. As variáveis avaliadas foram a mortalidade embrionária (MET - Precoce), MEI (Intermédia) e META (Tardia), percentagens de pintos de primeira e segunda classe, eclodibilidade, perda de peso durante a incubação, peso dos pintos e a relação entre o peso e o peso do ovo. Observou-se um efeito significativo ($p < 0,05$) do tempo e da interacção tempo*temperatura sobre a MET, pintos de primeira e segunda classe e eclodibilidade, enquanto a temperatura não afectou estes parâmetros; as restantes variáveis avaliadas não apresentaram diferenças ($p > 0,05$). Conclui-se que o tempo de armazenamento dos ovos influencia a MET, a produção de pintos, a eclodibilidade e o peso dos pintos à eclosão, apresentando um efeito negativo com o aumento do período de armazenamento. A temperatura de armazenamento não afetou os parâmetros avaliados. Recomenda-se limitar o armazenamento dos ovos férteis a períodos não superiores a 7 dias, mantendo-os numa gama de temperaturas entre os 16 e os 20 °C.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros de incubação, incubação de ovos, morte embrionária, frangos de carne, fertilidade

INTRODUCCIÓN

La industria avícola ha experimentado un notable crecimiento impulsado principalmente por el aumento del poder adquisitivo y la demanda de consumo de proteína animal (Semih y Dilli, 2023), además la incidencia de factores como la mejora en la eficiencia productiva, avances genéticos de diferentes líneas, la optimización de la nutrición y la incorporación de recursos tecnológicos (Kheiralipour et al., 2024; Zhang et al., 2025).

En contraste a este crecimiento, además de la mejora sobre los indicadores productivos de las aves, se han implementado tecnologías que buscan optimizar la tasa de fertilidad basados en la necesidad de satisfacer la creciente demanda (Shaji y Hovan, 2023), mediante un manejo integral de la calidad y cantidad de producción (Morris et al., 2025).

La calidad del huevo es un elemento de gran importancia dentro de este sector, debido a las implicaciones sobre la incubación y producción de pollos sanos (Biesek et al., 2023 Elbasil et al., 2025). De la misma manera, el almacenamiento de los huevos fértiles determina la viabilidad embrionaria y el éxito reproductivo en la producción avícola, debido a que un manejo inadecuado puede reducir la tasa de eclosión y afectar el desarrollo adecuado de los pollitos (Tainika, et al., 2024), el cual es ocasionado por la pérdida de agua y dióxido de carbono, un fenómeno que se agrava con el aumento de la temperatura ambiental (Gao et al., 2025).

El proceso de incubación de los huevos se basa en la producción artificial de condiciones que una gallina proporcionaría naturalmente durante la incubación, donde se integran elementos como el control de la temperatura, humedad y ventilación (Intriago et al., 2023; Kakon et al., 2024), el cual se desarrolla desde el día 1 hasta el día 18, y la fase de eclosión que se origina en el día 19 al 21 (Mesquita et al., 2021; Yin et al., 2024).

El uso de líneas genéticas modernas ha requerido la implementación de mejoras en las condiciones ambientales para garantizar tasas óptimas de eclosión y calidad del pollito (Juiputta et al., 2025).

De la misma manera, se ha demostrado que la aplicación de atmósfera modificada ha demostrado ser eficaces para prolongar la calidad de los huevos fértiles, al controlar la concentración de oxígeno y dióxido de carbono, reduciendo la tasa de degradación celular y mejorando la uniformidad en el desarrollo embrionario una vez iniciado el proceso de incubación (Kosemani et al., 2025).

Por ello es necesario garantizar un correcto almacenamiento de los huevos con la finalidad de lograr una mejora sobre la viabilidad embrionaria, un aumento en la tasa de eclosión y la calidad de los pollitos al momento del nacimiento. El objetivo fue determinar el efecto combinado del tiempo de almacenamiento (7 y 14 días) y tres temperaturas (36, 37 y 38°C) sobre la fertilidad, la mortalidad embrionaria y la tasa de eclosión en huevos fértiles de gallinas COBB-500

Por lo expuesto anteriormente, la investigación se desarrolla con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas en la reproducción de huevos fértiles de la raza COOB 500.

En base a la estructura literaria y verificaciones teóricas conceptuales, las cuales se han detallado, nacen varias interrogantes las cuales serán contrastadas en el análisis de materiales y métodos y posteriormente en conclusiones, su verificación:

¿El tiempo de almacenamiento de los huevos influye en los parámetros MET, producción de pollos, incubabilidad y el peso del pollito al nacimiento?

¿La variable de limitar el almacenamiento de huevos fértiles a periodos no mayores de 7 días, manteniéndolos en un rango de temperatura entre 16 y 20 °C es eficiente?

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación esta estructurada en los siguientes parámetros: Sobre la parte estadística se detalla que se ha utilizado la descriptiva en vista que permitió analizar las variables cuantitativas especialmente en la evaluación de temperaturas y el periodo de incubación. Esta investigación tiene el enfoque mixto, porque las mediciones o métricas numéricas establecen un orden para el análisis matemático, sobre la descripción de las condiciones de los huevos en la incubadora se ha detallado observaciones cualitativas que permitieron una descripción textual de los procedimientos, el alcance fue correlacional explicativo, en vista que se han comparado dos variables importantes e

incluso se determinó la influencia de otras contextualizaciones o variables, el caso por ejemplo de la temperatura – tiempo de incubación - tiempo de almacenamiento. El diseño de esta investigación es experimental porque se han manipulado variables para conocer sus efectos en las combinaciones de las variables.

ENFOQUE: mixto con con la aplicación de los METODOS CIENTIFICOS: Analítico – Sintético en el caso del método analítico permitió descomponer las variables para investigarlos por separado una vez que se logró entender los componentes, se procedió a sintetizar la información con ayuda del método sintético, lo cual permitió llegar a conclusiones y gestionar la información de forma objetiva, las TECNICAS DE INVESTIGACION: los modelos referenciales fueron mortalidad embrionaria MET (Temprana), MEI (Intermedia), META (Tardía), los cuales en combinación entregaron información para la resolución de las preguntas de investigación. Finalmente los – INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS: fueron aplicados con el registro de resultados de los reportes de cada ensayo, dicha informacion fue recogida y analizada hasta lograr un contraste optimo en la gestion del mejor procedimeinto.

Implicaciones éticas

La investigación se desarrolló teniendo en cuenta las directrices de la Guía de Gestión de Criaderos de COBB.

Ubicación

La investigación se realizó en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación, en el criadero de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Esta institución está ubicada en el Campus Politécnico Sitio El Limón, ubicado en la Coordenadas geográficas 0° 49' 23" latitud sur y 80° 11' 01" longitud oeste, a una altitud de 15 metros sobre el nivel del mar

Diseño experimental

La investigación se desarrolló mediante la aplicación de un Diseño Bifactorial 3 *2. El factor 1 estuvo conformado por los días de almacenamiento de los huevos (7 y 14 días), en tanto que el factor 2 se conformó las tres temperaturas de almacenamiento (16, 18 y 20°C). El desarrollo de la investigación se desarrolló mediante la aplicación del siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} : Observación en el nivel i del factor A, nivel j del factor B, y la réplica k .

μ : Media general.

α_i : Efecto principal del nivel i del factor A.

β_j : Efecto principal del nivel j del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de interacción entre los niveles i de A y j de B.

ϵ_{ijk} : Error experimental asociado a la observación Y_{ijk} generalmente asumido como ruido aleatorio con distribución $N(0, \sigma^2)$.

Tabla 1.

Descripción y distribución de los tratamientos para almacenamiento de huevo en la raza Cobb 500

Tratamientos	Descripción de los tratamientos	de los	Repetición	Huevos por unidad experimental	Huevos por tratamiento
T1	Almacenamiento 7 días a 16°C	a	4	60	240
T2	Almacenamiento 7 días a 18°C	a	4	60	240
T3	Almacenamiento 7 días a 20°C	a	4	60	240

T4	Almacenamiento 14 días a 16°C	4	60	240
T5	Almacenamiento 14 días a 18°C	4	60	240
T6	Almacenamiento 14 días a 20°C	4	60	240
Total				1440

Nota: la tabla muestra el esquema del diseño de experimento de los tratamientos en estudio

Desarrollo de la investigación

La investigación tuvo una duración de 14 semanas en el que se utilizó 1.440 huevos procedentes del cantón Junín. Una vez que los huevos llegaron al área de incubación de la planta se trasladaron a la sala de clasificación donde se agruparon en tres lotes de acuerdo a cada uno de los tratamientos y los factores de estudio.

Las variables independientes del estudio fueron el tiempo de almacenamiento y las temperaturas de incubación, las variables dependientes, influenciadas por estas condiciones, comprendieron: la fertilidad e infertilidad de los huevos no aptos (%), la mortalidad embrionaria durante la incubación (%), la pérdida de peso de los huevos durante la incubación (%), la productividad de pollitos de primera y segunda calidad (%), y el rendimiento en peso del pollito con relación con el peso del huevo (%).

El procedimiento de ovoscopia se llevó a cabo al día 12 utilizando una caja artesanal de madera equipada con focos en la base. Se examinaron todos los huevos y se descartaron aquellos claros. Se registró los porcentajes de huevos contaminados, muertes embrionarias y mortalidades ocurridas en las etapas tempranas, intermedias y tardías del desarrollo.

Al llegar al día 19 de incubación, se pesaron las bandejas que contienen huevos embrionados para calcular la pérdida de peso. Finalmente, al momento del nacimiento, los pollitos fueron clasificados en tres categorías: primera calidad, segunda calidad y descarte.

Además, se registrará el peso de los pollos y se evaluó el rendimiento del peso del pollito con relación con el peso del huevo y el porcentaje de incubabilidad. Para ello, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ fertilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos fértiles}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100 \text{ [1]}$$

$$\% \text{ Infertilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos infértiles}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100 \text{ [2]}$$

Además, se llevó a cabo el proceso de embriodiagnosia en los huevos extraídos o desechados durante la ovoscopia para determinar la mortalidad embrionaria y evaluar las mortalidades tempranas, intermedias y tardías, mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ MET} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de embriones muertos hasta 7 días}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100 \text{ [4]}$$

$$\% \text{ MEI} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de embriones muertos hasta 8-14 días}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100 \text{ [5]}$$

$$\% \text{ META} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de embriones muertos hasta 15-21 días}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100 \text{ [6]}$$

Durante la incubación y el proceso de nacimiento, se llevó a cabo un monitoreo constante de la temperatura y la humedad utilizando hojas de control de la máquina. Durante el nacimiento, los pollitos fueron clasificados de primera, segunda y descarte, y se estableció el porcentaje para cada uno de estos parámetros aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Pollitos primera} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pollitos de primera}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos puestos a incubar}} \times 100 \text{ [8]}$$

$$\text{Pollitos segunda} = \frac{\text{N}^\circ \text{de pollitos de segunda}}{\text{N}^\circ \text{de huevos puestos a incubar}} \times 100 \text{ [9]}$$

$$\text{Pollito DES} = \frac{\text{N}^\circ \text{de pollitos seleccionados para descarte}}{\text{N}^\circ \text{de huevos puestos a incubar}} \times 100 \text{ [10]}$$

El día 19 de la incubación, se pesaron las bandejas con los huevos fértiles para determinar la pérdida de peso durante el proceso mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Pérdida Peso} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{peso a la transferencia}}{\text{Peso inicial} - \text{peso de bandeja}} \times 100 \text{ [7]}$$

Posteriormente, se realizó una prueba de embriodiagnosia a los huevos no eclosionados para identificar la muerte embrionaria tardía, huevos contaminados y picados no nacidos, utilizando la fórmula. Además, se pesaron los pollitos y se efectuó el cálculo del rendimiento del peso del pollito en relación con el peso del huevo y el porcentaje de incubabilidad, empleando la fórmula.

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso promedio del pollito}}{\text{Peso promedio del huevo}} \times 100 \text{ [11]}$$

$$\% \text{ Incubabilidad} = \frac{\% \text{ pollito de primera}}{\% \text{ de fertilidad}} \times 100 \text{ [12]}$$

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, primeramente, se aplicó la prueba de normalidad (Test de Shapiro-Wilk) y Prueba de homogeneidad de Levene posteriormente se analizaron los datos mediante un análisis de varianza (ANOVA) o su equivalente no paramétrico, en el caso de encontrarse diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para estos análisis se empleó el paquete estadístico InfoStat versión 2020.

RESULTADOS

Los resultados del análisis de comparación de medias para el factor tiempo muestran que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la presencia de huevos fértiles e infértiles, tanto a los 7 como a los 14 días posteriores a la realización de la investigación. Por otro lado, al analizar el comportamiento estadístico de la fertilidad de los huevos, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$). En condiciones de almacenamiento de 16 °C y 18 °C, la fertilidad fue similar, con promedios de 95,23 % y 94,98 %, respectivamente, mientras que a 20 °C los resultados mostraron una mayor fertilidad. De manera similar, con respecto a los resultados de infertilidad, se observó que los huevos almacenados a 16 °C y 18 °C presentaron un mayor porcentaje de huevos infértiles, con un 14,69 % y un 15,25 %, respectivamente.

Tabla 2.

Porcentaje de fertilidad e infertilidad de los huevos de acuerdo con el factor tiempo y temperatura

Tiempo	Huevos fértiles (%)	Huevos infértiles (%)	Temperatura	Huevos fértiles (%)	Huevos infértiles (%)
7 días	96,05 a	3,95 a	16 °C	95,23 b	14,69 a
14 días	95,62 a	4,38 a	18 °C	94,98 b	15,25 a
H	0,25	0,21	20 °C	97,30 a	7,56 b
p-valor	0,6401	0,6401	H	5,88	5,88
			p-valor	0,0492	0,0492

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los resultados del análisis de comparación de medias de los factores en estudio demostraron que no se evidencian diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre los porcentajes de huevos fértiles. De la misma manera, se observa que sobre los porcentajes de huevos infértiles no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$), considerando un comportamiento inversamente proporcional entre ambas variables.

Tabla 3.

Porcentaje de fertilidad e infertilidad de los huevos fértiles de la raza Cobb 500 con diferentes tiempos y temperatura de almacenamiento

Tratamientos	Huevos fértiles (%)	Huevos infértiles (%)
T1	95,36 a	4,64 a
T2	96,14 a	3,87 a
T3	96,65 a	3,35 a
T4	95,11 a	4,89 a
T5	93,81 a	6,18 a
T6	97,94 a	2,06 a
H	9,12	9,12
P-valor	0,0961	0,0961

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

De acuerdo con los resultados de la mortalidad embrionaria tiempo afecta significativamente la mortalidad embrionaria temprana (MET) ($p < 0,05$), mientras que no tuvo impacto en la muerte embrionaria intermedia (MEI) ni en las etapas avanzadas, con $p > 0,05$. De la misma manera se puede apreciar que los factores de estudio (tiempo y temperatura) no influyeron sobre la muerte embrionaria tardía no tienen diferencia significativa $p > 0,05$.

Tabla 4.

Mortalidad embrionaria en huevos de la raza Cobb 500 almacenados según el factor tiempo y temperaturas.

Tiempo	MET (%)	MEI (%)	META (%)	Temperatura	MET (%)	MEI (%)	META (%)
7 días	6,36 a	1,37 a	2,75 a	16 °C	6,70 a	1,55 a	3,61 a
14 días	11,68 b	3,01 a	4,12 a	18 °C	8,76 a	2,45 a	3,48 a
H	4,94	3,2	1,47	20 °C	11,6 a	2,58 a	3,22 a
p-valor	0,0254	0,0669	0,221	H	2,52	2,37	0,45
				p-valor	0,2792	0,2883	0,7946

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Mortalidad embrionaria temprana (MET), muerte embrionaria intermedia (MEI) de los huevos y muerte Embrionaria Tardía (META)

El análisis de varianza de la tabla 5, muestra diferencias significativas ($p<0,05$) en la mortalidad embrionaria temprana, siendo mayor en T6 (14 días-20°C) con 17,79% y menor en T3 (7 días-16°C) con 5,41%. No se observaron diferencias significativas en la muerte embrionaria intermedia (MEI) entre tratamientos ($p>0,05$); T6 (14 días-20°C) tuvo el mayor valor con 4,13% y T1 (7 días-16°C) el menor con 0,77%. No se observaron diferencias significativas en muerte embrionaria tardía (META) entre T5 (14 días-18°C) con 5,16% y T2 (7 días-18°C) con 1,8% ($p>0,05$).

Tabla 5.

Mortalidad embrionaria en huevos de la raza Cobb 500 almacenados en dos periodos de tiempo y tres temperaturas.

Tratamientos	MET	MEI	META
T1	7,22 a	0,77 a	2,83 a
T2	6,45 a	2,32 a	1,8 a
T3	5,41 a	1,03 a	3,61 a
T4	6,19 a	2,32 a	4,38 a
T5	11,08 ab	2,58 a	5,16 a
T6	17,79 b	4,13 a	2,84 a
H	12,67	7,04	3,42
P-valor	0,0253	0,1944	0,626

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Mortalidad embrionaria temprana (MET), muerte embrionaria intermedia (MEI) de los huevos y muerte Embrionaria Tardía (META).

Producción de pollitos e incubabilidad

De acuerdo con los resultados del efecto de la temperatura sobre el almacenamiento de los huevos se encontró que el tiempo de almacenamiento de los huevos afecta significativamente ($p < 0,05$) la incubabilidad, con un 80,01% para 7 días y 53,95% para 14 días, aunque no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en relación a la temperatura de almacenamiento

Tabla 6.

Efecto del tiempo de almacenamiento de huevos de la raza Cobb 500 en la producción de pollitos e incubabilidad

Tiempo	Pollitos de primera (%)	Pollitos de segunda (%)	Incubabilidad (%)	Temperatura	Pollitos de primera (%)	Pollitos de segunda (%)	Incubabilidad (%)
7 días	76,8 a	5,76 a	80,01 a	16 °C	73,07 a	6,83 a	76,70 a
14 días	51,29 b	12,54 b	53,95 b	18 °C	67,53 a	6,7 a	71,09 a
H	12	6,6	10,08	20 °C	51,55 a	13,92 a	53,15 a
P-valor	0,0005	0,0098	0,0015	H	2,87	3,96	2,89
				P-valor	0,2381	0,1394	0,2363

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados del análisis de comparación de medias para los pollitos de primera muestra que el tratamiento T1 (7 días-16°C) tuvo el mayor porcentaje de pollitos de primera (79,12%), mientras que el T6 (14 días-20°C) tuvo el menor (28,87%), indicando diferencias significativas ($p < 0,05$) en la interacción de tiempo y temperatura.

De la misma manera, se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tratamientos; el T6 (14 días-20°C) tuvo el mayor porcentaje de pollitos de segunda con 19,85%, y el T1 (7 días-16°C) el menor con 4,12%.

Los resultados del análisis del porcentaje de incubabilidad fueron mejor en el tratamiento T1, que se llevó a cabo durante un periodo de 7 días a una temperatura de 16°C, con un valor de 83,02 %.

Por otro lado, el tratamiento T6, que fue incubado durante 14 días a una temperatura de 20°C, resultó en el porcentaje más bajo de incubabilidad, con un valor de 29,49 %.

Tabla 7.

Efecto del tiempo y la temperatura de almacenamiento de huevos de la raza Cobb 500 en la producción de pollitos e incubabilidad

Tratamientos	Pollitos de primera (%)	Pollitos de segunda (%)	Incubabilidad (%)
T1	79,12 a	4,12 a	83,02 a
T2	77,06 ab	5,16 a	80,2 a
T3	74,23 ab	7,99 a	76,81 a
T4	67,01 abc	9,54 a	70,38 ab
T5	57,99 bc	8,25 a	61,98 ab
T6	28,87 c	19,85 a	29,49 b
H	15,45	10,96	13,8
P-valor	0,0085	0,0501	0,0169

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Pérdida de peso en incubación y rendimiento en peso de pollo

El análisis de varianza de la tabla muestra cómo resultados que el comportamiento del peso inicial de los huevos y el rendimiento en peso por pollo arrojó diferencias significativas entre los valores promedios reportados entre tratamientos, en tanto que para el resto de variables no se encontró incidencia por el tiempo de almacenamiento. Por su parte, el análisis del factor temperatura no influyó estadísticamente sobre cada una de las variables evaluadas.

Tabla 8.

Efecto del tiempo de almacenamiento de huevo y temperatura en la pérdida de peso en incubación, peso de pollitos y rendimiento en peso del pollito

Factores	Peso inicial de huevos (g)	Pérdida de peso en incubación (%)	Peso de pollitos (g)	Rendimiento en peso del pollo (%)
7 días	62,42 a	9,97 a	46,14 a	73,93 a
14 días	60,96 b	10,17 a	45,91 a	75,32 b
F	14,06	0,07	1,46	4,72
P-valor	0,0015	0,8001	0,243	0,0434
16 °C	61,13 a	9,57 a	45,84 a	75,01 a
18 °C	61,61 a	9,98 a	46,18 a	74,99 a
20 °C	62,33 a	10,64 a	46,04 a	73,89 a
F	3,2	0,65	1,1	1,33
P-valor	0,0648	0,5344	0,3555	0,2886

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

El tratamiento que más pérdida de peso presentó fue el T6 (14 días-20°C) con un valor de 12,1 % y en un menor porcentaje el T4 (14 días-16°C) con un 8,68 % en este caso cabe recalcar que entre tratamientos no existe diferencias significativas ($p>0.05$) entre las medias. El tratamiento 3 obtuvo un peso de pollito más alto y en el tratamiento 4 fue el más bajo numéricamente ya que estadísticamente no se demuestra diferencias significativas ($p>0.05$).

El porcentaje más alto de rendimiento en peso de pollito es el T5 (14 días-18°C) con un 76,08% mientras que el tratamiento con menor porcentaje de rendimiento en peso del pollito fue el T3 (7 días-20°C) con un 73,25%, sin diferencias significativas ($p>0.05$) entre las medias

Tabla 9.

*Efecto de la interacción tiempo*temperatura de almacenamiento de huevo en la pérdida de peso en incubación, peso de pollitos y rendimiento en peso del pollito*

Tratamientos	Peso inicial de huevos (g)	Pérdida de peso en incubación (%)	Peso de pollitos (g)	Rendimiento en peso del pollo (%)
T1	61,69	10,47	46,03	74,65
T2	62,41	10,24	46,11	73,91
T3	63,16	9,19	46,26	73,25
T4	60,58	8,68	45,65	75,37
T5	60,8	9,72	46,25	76,08
T6	61,5	12,1	45,82	74,53
F	0,21	3,27	0,98	0,44
P-valor	0,8117	0,0613	0,3958	0,6535

Nota. Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

DISCUSIÓN

La evaluación de la fertilidad inicial de los huevos, demostró valores iniciales favorables para la incubación siendo este un factor importante para mejorar la respuesta de las variables eclosabilidad y sobre la reducción de la mortalidad embrionaria (Fathi et al., 2023). Sin embargo, los resultados son similares a los reportados por Oviedo-Rondón et al. (2021), donde se documenta un promedio de 97%, el cual se considera como óptimo, sin embargo, se describe que este porcentaje tiende a reducir con el aumento de la edad de las gallinas (Wen et al., 2022).

Como se observó en los resultados de la investigación, se encontró un comportamiento significativo sobre el tiempo de almacenamiento de los huevos en la respuesta de la variable mortalidad embrionaria temprana (MET), observándose un aumento de 6,36% a 11,68% entre los huevos almacenados por 7 y 14 días. Estos resultados están relacionados con el aumento prolongado del almacenamiento, el cual repercute negativamente sobre la viabilidad del embrión (Amjadian y Shahir, 2020).

Los resultados expuestos por Volpe et al. (2024), muestran una reducción sobre los parámetros productivos de los pollitos al nacimiento y sobre los resultados de incubabilidad relacionado con un mayor tiempo de almacenamiento, además de la incidencia de factores como la edad de la

reproductora y la raza. No obstante, Nasri et al. (2020), evaluaron la incidencia de tiempo de almacenamiento sobre la incubabilidad de los huevos muestra que al pasar los siete días de almacenamiento, resultó en una disminución de la incubabilidad, que fue más pronunciada en las reproductoras viejas que en las jóvenes, en tanto que en huevos con menos de siete días incrementó la incubabilidad de huevos de reproductoras jóvenes, posiblemente por la licuefacción de la albúmina, que mejora la disponibilidad de oxígeno para el embrión.

En contraste con los resultados de incubabilidad Torres y Salazar (2022), efectuaron un estudio considerando huevos de diferentes lugares muestran porcentajes de 56 a 78%, siendo este último más cercano a los promedios reportados en esta investigación. En este sentido Agyekum et al. (2022), manifiestan que la variabilidad de la incubabilidad puede asociarse a la intervención de factores ambientales e individuales de las gallinas, donde en condiciones de estrés se puede disminuir considerablemente con valores inferiores del 60 %, el cual se aleja considerablemente con relación a los valores reportados en esta investigación.

Por su parte al analizar el efecto de la temperatura de almacenamiento no mostró diferencias estadísticamente significativas para las variables MET, MEI y META, por lo que las temperaturas utilizadas no influyeron sobre la mortalidad embrionaria, se observa una tendencia de aumento en MET al utilizar temperaturas de 20 °C con 11,6%, en comparación con los 16 °C el cual obtuvo un promedio de 6,7%, demostrándose que temperaturas superiores aceleran el proceso de deterioro embrionario (Melo et al., 2021).

Con relación a los resultados de la incidencia del tiempo de almacenamiento sobre la clasificación de los pollitos de acuerdo se obtuvo que durante los siete primeros días produjeron un 76,8% de pollitos de primera calidad, no obstante, para los 14 días únicamente se obtuvo un 51,29%, reduciendo proporcionalmente la incubabilidad. De acuerdo con Dang et al. (2023), esta

variabilidad está relacionada con la viabilidad celular y los cambios generados en el pH de la albumina, de acuerdo con los resultados reportados por los autores se obtuvo que el aumento de los días de almacenamiento aumentó proporcionalmente el pH de la albumina trayendo consigo una reducción de incubabilidad, el peso de eclosión y los parámetros de rendimiento de crecimiento poseclosión. En este sentido, Intriago et al. (2023), al evaluar el efecto de la temperatura de los sobre los resultados de incubabilidad de los huevos Cobb 500 muestra como resultados un comportamiento estadísticamente similar entre los tratamientos en estudio con relación a los valores porcentuales de pollos de primera, donde documentan promedios de 73 a 75%, siendo cercanos a los reportados en esta investigación.

Por otra parte, al analizar el comportamiento del peso inicial de los pollos se encontró un comportamiento significativo entre tratamientos, siendo superior a los 7 días de almacenamiento y menor a los 14 días. De acuerdo a lo expuesto por Band et al. (2020), la disminución en el peso de los pollos está relacionado con la pérdida de agua por evaporación a través de la cáscara durante el almacenamiento, lo que influye sobre las condiciones de los embriones y consigo sobre la reducción del peso al nacimiento.

En contraste a los resultados reportados en este estudio, Intriago et al. (2023), reportan pesos al nacimiento de 43 a 46 g, siendo inferiores a los reportados en esta investigación y superiores a los resultados de Santamaría-Valderrama et al. (2025, quienes documentan promedios de peso inicial de 31 a 32 g/pollo, sin embargo, estas diferencias se deben a la utilización de huevos no aptos para incubación.

CONCLUSIONES

Con el objeto de revisar los elementos de las diferentes pruebas de eficacia y eficiencia de esta investigación, a continuación, se resolverá las preguntas de investigación propuestos, los cuales se

detallan a continuación:

¿El tiempo de almacenamiento de los huevos influye en los parámetros MET, producción de pollos, incubabilidad y el peso del pollito al nacimiento?

Tal como se encontró en los resultados “*observándose un aumento de 6,36% a 11,68% entre los huevos almacenados por 7 y 14 días. Estos resultados están relacionados con el aumento prolongado del almacenamiento, el cual repercute negativamente sobre la viabilidad del embrión*” en tal virtud tiempo de almacenamiento de los huevos influye en los parámetros MET directamente.

¿La variable de limitar el almacenamiento de huevos fértiles a periodos no mayores de 7 días, manteniéndolos en un rango de temperatura entre 16 y 20 °C es eficiente?

A partir de los resultados encontrados en este estudio se obtuvo que *el almacenamiento de huevos fértiles afectó la mortalidad embrionaria, incubabilidad y calidad de los pollitos, con menor impacto del factor temperatura, donde el tratamiento T6 (14 días a 20 °C) obtuvo la cantidad de huevos reproducidos, mientras que T1 (7 días a 16 °C) mejoró los resultados productivos. Por otra parte, no se encontró diferencias significativas en pérdida de peso a pesar de encontrar variaciones sobre el tiempo de almacenamiento.*

REFERENCIAS

- Agyekum, G., Okai, M. A., Tona, J. K., Donkoh, A., & Hamidu, J. A. (2022). Impact of incubation temperature profile on chick quality, bone, and immune system during the late period of incubation of Cobb 500 broiler strain. *Poultry Science*, *101*(9), 101999. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101999>
- Amjadian, T., & Shahir, M. H. (2020). Effects of repeated thermal manipulation of broiler embryos on hatchability, chick quality, and post-hatch performance. *International Journal of Biometeorology*, *64*(12), 2177–2183. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02012-w>

- Anjum, T., Haque, A., Duta, A., Akter, S., Islam, S., & Hasnath, R. (2024). Comparative fertility and hatchability of broiler grandparent stocks in Bangladesh. *Asian-Australasian Journal of Food Safety and Security*, 8(2), 48–57. <https://doi.org/10.3329/aajfss.v8i2.75552>
- Biesek, J. (2023). The physicochemical features of eggshell, thick albumen, amniotic fluid, and yolk during chicken embryogenesis. *Poultry Science*, 102(12), 103119. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103119>
- Dang, D. X., Li, C. J., Cui, Y., Zhou, H., Lou, Y., & Li, D. (2023). Egg quality, hatchability, gosling quality, and amino acid profile in albumen and newly-hatched goslings' serum as affected by egg storage. *Poultry Science*, 102(4), 102367. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102367>
- Elbasil, E. I., Ismail, F. S. A., & Sherif, S. K. (2025). Influences of short incubation periods during egg storage on hatchability, chick quality and breakout efficiency. *Journal of Animal and Poultry Production*, 16(2), 25–31. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2025.342445.1142>
- Fathi, M. A., Abdelsalam, A. M., Elnagar, W., Elwan, H., & Elnesr, S. S. (2024). Effect of in ovo lactoferrin injection in Fayoumi chicken eggs on immune response and some physiological parameters in posthatch chicks. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(2), 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104495>
- Gao, H., Xiao, J., Zhang, Q., Man, H., Tang, X., Wang, Z., & Jiang, S. (2025). Effect of supplementation continuously in pullet and early lay period with *Bacillus subtilis* and yeast cell wall on the intestinal morphology, bone parameters, and egg quality of hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1584627. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1584627>
- George, A. S., & George, A. H. (2023). Optimizing poultry production through advanced monitoring and control systems. *Partners Universal International Innovation Journal*, 1(5), 77–97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1005035>
- Intriago, V., Cedeño, O., Hurtado, E., & Rivera, R. (2023). Manejo en edad de reproductoras y temperatura de incubación sobre ventana de nacimiento y calidad del pollito. *CIENCIA UNEMI*, 16(43), 24–34. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol16iss43.2023pp24-34p>
- Intriago-Muñoz, V., Coveña-Rengifo, F., & Zambrano-Loor, R. (2023). Diferentes temperaturas en incubación de huevos fértiles Cobb-500 y su efecto en la pérdida de peso y rendimiento en peso del pollito. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(Suplemento), 403–409. <https://doi.org/10.53588/alpa.310568>

- Juiputta, J., Chankitisakul, V., & Boonkum, W. (2025). Genetic strategies for enhancing rooster fertility in tropical and humid climates: Challenges and opportunities. *Animals*, *15*(8), 1096. <https://doi.org/10.3390/ani15081096>
- Kheiralipour, K., Rafiee, S., Karimi, M., Nadimi, M., & Paliwal, J. (2024). The environmental impacts of commercial poultry production systems using life cycle assessment: A review. *World's Poultry Science Journal*, *80*(1), 33–54. <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2250326>
- Kosemani, B. S., Babalola, A. A., & Ilori, T. A. (2025). Development and optimization of small-scale inverter-powered incubator for egg hatchability system. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, *10*, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2025.100137>
- Melo, E. F., Araújo, I. C. S., Triginelli, M. V., Castro, F. L. S., Baião, N. C., & Lara, L. J. C. (2021). Effect of egg storage duration and egg turning during storage on egg quality and hatching of broiler hatching eggs. *Animal*, *15*(2), 100111. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100111>
- Mesquita, M. A., Araújo, I. C., Café, M. B., Arnhold, E., Mascarenhas, A. G., Carvalho, F. B., & Gonzales, E. (2021). Results of hatching and rearing broiler chickens in different incubation systems. *Poultry Science*, *100*(1), 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.028>
- Morris, G., & Ehlers, S. (2025). Review of GIS analysis used in poultry livestock disease prevention in USA. *Journal of Agriculture, Food, Environment and Animal Sciences*, *6*(1), 281–292. <https://jafeas.com/index.php/j1/article/download/348/161>
- Nasri, H., van Den Brand, H., Najjar, T., & Bouzouaia, M. (2020). Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *104*(1), 257–268. <https://doi.org/10.1111/jpn.13240>
- Oviedo-Rondón, E. O., Matta, Y. A., Ortiz, A., Alfaro-Wisaquillo, M. C., Cordova-Noboa, H. A., Chico, M., & Yanquen, J. J. (2021). Effects of amino acid levels during rearing on Cobb 500 slow-feathering broiler breeders: 2. Reproductive performance. *Poultry Science*, *100*(10), 101398. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101398>
- Santamaría-Valderrama, D. E., Vera-Velásquez, K. A., & Intriago-Muñoz, V. A. (2025). Evaluación de la incubabilidad en huevos considerados no aptos para la incubación. *Revista Científica Arbitrada en Investigaciones de la Salud GESTAR*, *8*(15), 381–393. <https://journalgestar.org/index.php>
- Semih, S., & Dilli, M. (2023). Estimando a produção de carne de frango em países líderes para os anos 2019–2025. *Ciencia Rural*, *53*(2), 18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8794786>

- Tainika, B., Abdallah, N., Damaziak, K., Waithaka Ng'ang'a, Z., Shah, T., & Wójcik, W. (2024). Egg storage conditions and manipulations during storage: Effect on egg quality traits, embryonic development, hatchability and chick quality of broiler hatching eggs. *World's Poultry Science Journal*, 80(1), 75–107. <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.225278>
- Torres, V., & Salazar, N. (2022). Determinación de la incubabilidad artificial con huevos de gallina línea COBB-500 (*Gallus gallus*), Centro Experimental Kallutaca, Provincia Los Andes, Departamento de La Paz. *Rector de la Universidad Pública de El Alto*, 7, 72–80. https://dicyt.upea.bo/assets/publicaciones_archivos/file_1691675591.pdf#page=82
- Volpe, A., Slaviero, A., Scher, A., Molinari, P. V., Gerber, W., Marcon, M., & Peripolli, V. (2024). Effect of storage time, broiler breeder strain, and age on hatchability and first-week broiler performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 26(2), eRBCA-2024. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2024-1905>
- Wen, C., Mai, C., Cai, R., Gou, Q., Zhang, B., Li, J., & Yang, N. (2022). Inheritance of the duration of fertility in chickens and its correlation with laying performance. *Genetics Selection Evolution*, 54(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12711-022-00733-7>
- Zhang, F., Chen, Z., Shi, J., Han, C., Zhan, Q., Ren, Z., & Yang, X. (2025). Challenges and constraints to the sustainability of poultry farming in China. *Animal Bioscience*, 38(4), 789. <https://doi.org/10.5713/ab.24.079>