

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“Evaluación del peso y tiempo de almacenamiento en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación”

AUTOR:

Darwin Saul Tubon Achachi

TUTOR:

MVZ. Diana Avilés, PhD

Cevallos – Ecuador

2023

CEVALLOS, 03 DE FEBRERO DEL 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

“Evaluación del peso y tiempo de almacenamiento en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación”

REVISADO POR:

MVZ. Dina Avilés, PhD

TUTORA TRABAJO TITULACIÓN

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

“Yo, DARWIN SAUL TUBON ACHACHI, portador de cédula de identidad número: 1805157714, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado “**Evaluación del peso y tiempo de almacenamiento en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, con excepción donde se indican las fuentes de información consultadas”



Darwin Saul Tubon Achachi

CI: 1805157714

Autor

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación del peso y tiempo de almacenamiento en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación**” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial y se respete los derechos de propiedad intelectual del proyecto al cual está asociado, así como al director de este.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este Informe Final, o parte de él.



Darwin Saul Tubon Achachi

CI: 1805157714

Autor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Evaluación del peso y tiempo de almacenamiento en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación

APROBADO POR:

FECHA:

.....

16/03/2023

Ing. Patricio Núñez, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

16/03/2023

Ing. Gonzalo Aragadvay

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

16/03/2023

Ing. Ricardo Guerrero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mis padres Piedad y Antonio por brindarme su apoyo durante toda esta etapa de mi carrera universitaria. Madre, tu apoyo incondicional fue demasiado importante para no desmayar ante la adversidad. Padre, eres ejemplo de fortaleza y admiración.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la vida y la fortaleza para continuar durante toda esta etapa universitaria.

A mis padres, por la confianza y apoyo incondicional.

A mis hermanos, David, Marco y José por sus palabras de aliento allá en la distancia

Al Ing. Hernán Zurita, por permitirme realizar esta investigación en su establecimiento y por su apoyo en la misma.

A la MVZ. Diana Avilés, PhD por brindarme su guía durante la realización de este trabajo investigativo.

A mis amigos, Ángel, Byron y Tommy por sus consejos, su paciencia y empatía durante este camino llamado universidad.

Y de manera especial a ti Anita, que desde el inicio me brindaste tu ayuda y apoyo incondicional. Me tendiste tu mano siempre cuando lo necesité. Te doy las gracias no solo por tu ayuda sino por los buenos momentos durante la carrera.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes investigativos	3
1.2. Categorías fundamentales.....	11
1.2.1. La avicultura en Ecuador.....	11
1.2.2. Gallinas criollas.....	12
1.2.3. Origen.....	13
1.2.4. Taxonomía de la gallina criolla.....	13
1.2.5. Características físicas de las gallinas criollas.....	14
1.2.6. Incubación de huevos	15
1.2.7. Recolección de los huevos	16
1.2.8. Selección de los huevos para incubación	16
1.2.9. Desinfección de los huevos	17
1.2.10. Factores que influyen sobre la incubabilidad.....	17
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II	21
METODOLOGÍA	21
2.1. Materiales, equipos y reactivos	21
2.2. Ubicación del experimento.....	21
2.3. Características del lugar	22
2.4. Factores de estudio	22
2.5. Tratamientos	23
2.6. Diseño experimental.....	23
2.7. Manejo del experimento	24
2.8. Variables respuestas	26
2.9. Procesamiento de la información	28
CAPÍTULO III.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

3.1. Análisis y discusión de resultados.....	29
3.1.1. Índices de incubación en huevos de gallina (<i>Gallus gallus</i>) con los diferentes tratamientos.....	30
CAPÍTULO IV.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
4.1. Conclusiones.....	35
4.2. Recomendaciones.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la gallina criolla	14
Tabla 2. Condiciones meteorológicas	22
Tabla 3. Distribución de los tratamientos.....	23
Tabla 4. Resultados obtenidos de los tratamientos aplicados sobre los índices de incubación en huevos de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>).....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	34
------------------------	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lote de gallinas reproductoras criollas utilizadas en el estudio	42
Anexo 2. Recolección de huevos de gallinas criollas	42
Anexo 3. Selección de huevos para el almacenamiento	42
Anexo 4. Desinfección y almacenamiento de los huevos	43
Anexo 5. Distribución de los huevos por tratamientos y traslado a máquina incubadora	43
Anexo 6. Ovoscopia y traslado de los huevos a la nacedora.	44
Anexo 7. Diagnóstico de muerte embrionaria temprana.	44
Anexo 8. Resultados obtenidos al término de la incubación artificial.....	45
Anexo 9. Análisis de varianza del porcentaje de incubabilidad de los tratamientos evaluados.....	46
Anexo 10. Análisis de varianza del porcentaje de viabilidad de los tratamientos evaluados.....	46
Anexo 11. Análisis de varianza del porcentaje mortalidad embrionaria tard de los tratamientos evaluados	47
Anexo 12. Análisis de varianza del peso al nacimiento de los tratamientos evaluados	48
Anexo 13. Análisis de varianza de porcentajes aves de primera de los tratamientos evaluados.....	49

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el peso y tiempo de almacenamiento en huevos de gallinas criollas (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación. Para este fin se recolectaron 810 huevos procedentes de un lote de gallinas criollas reproductoras de 54 semanas de edad. En el estudio se evaluaron 9 tratamientos resultantes de la combinación de tres rangos de pesos (40-50 g, 51 -60 g y 61-70 g) y tres tiempos de almacenamiento (5, 9 y 13 días) empleando un diseño experimental en Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A) con un arreglo factorial 3x3, con 3 repeticiones por tratamiento, dando un total de 27 unidades experimentales e integrando 30 huevos en cada unidad experimental. Los huevos se recolectaron en la mañana y tarde para luego ser pesados y distribuidos en los tratamientos mencionados previamente. Los mejores resultados con el mismo nivel de significancia estadística para incubabilidad fueron T1 (huevos de 40-50 g, almacenados durante 5 días) y T2 (huevos de 40-50 g, almacenados durante 9 días), presentando valores de 84,44% y 82,22% respectivamente. Con respecto a la viabilidad se obtuvo el mejor resultado con T1 (96%) y de la misma manera para la mortalidad embrionaria tardía se registró un valor reducido con dicho tratamiento. En lo que respecta al peso en el nacimiento de todas las aves se obtuvo un peso más elevado con T7 (huevos de 61-70 g almacenados por 5 días). En cuanto al porcentaje de aves de primera, se obtuvo mejores resultados con T1 (83,33%); mientras que, en aves de segunda, no se evidenciaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Palabras clave: Aves de primera, tiempo de almacenamiento, índices de incubación, peso de almacenamiento, aves criollas

ABSTRACT

The aim of this investigation was to evaluate the weight and storage time in Creole hen eggs (*Gallus gallus*) on incubation indices. For this objective, 810 eggs were collected from a batch of 54-week-old Creole breeding hens. In the study, 9 treatments resulting from the combination of three weight ranges (40-50 g, 51 -60 g and 61-70 g) and three storage times (5, 9 and 13 days) were evaluated using a Random Block Design (D.B.C.A) with a 3x3 factorial arrangement, with 3 repetitions per treatment, giving a total of 27 experimental units and integrating 30 eggs in each experimental unit. The eggs were collected in the morning and afternoon to later be weighed and distributed in the previously mentioned treatments. The best results with the same level of statistical significance for hatchability were T1 (40-50 g eggs, stored for 5 days) and T2 (40-50 g eggs, stored for 9 days), presenting values of 84, 44% and 82.22% respectively. With respect to viability, the best result was obtained with T1 (96%) and in the same way for late embryonic mortality a reduced value was registered with said treatment. Regarding the birth weight of all birds, a higher weight was obtained with T7 (61-70 g eggs stored for 5 days). Regarding the percentage of first class birds, better results were obtained with T1 (83.33%); while, in second-class birds, there were no significant differences between the means of the treatments.

Keywords: First class birds, storage time, hatching rates, storage weight, Creole birds

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Gandarillas (2007) realizó un estudio que determinó el efecto del tamaño y peso del huevo sobre la incubabilidad en broilers. En esta investigación se trabajaron con huevos procedentes de gallinas reproductoras de la línea Cobb, con edades de 22 a 32 semanas, categorizados de la siguiente manera: huevos pequeños (pesos de 41,09 – 50,97 g), medianos (pesos de 50,98 – 57,39 g) y huevos grandes (50,40 -69,64 g). El presente estudio probó la hipótesis de que el peso y tamaño del huevo influyen en la incubabilidad de pollos broilers. Los valores obtenidos de acuerdo a la pérdida de peso, registraron un valor más alto en los huevos medianos, no obstante, en los huevos grandes los valores fueron inferiores. En lo que respecta al porcentaje de incubabilidad se obtuvieron valores entre 82,88 a 96,65, siendo superior mayor encontrando en los huevos medianos y menor en aquellos considerados como grandes.

De la misma manera, un estudio llevado a cabo por **Reyes (2019)**, tuvo por objetivo determinar la influencia del tiempo de almacenamiento de huevos previo al proceso de incubación sobre parámetros de incubabilidad. En la investigación se emplearon 280 huevos fértiles del lote 4B de la misma planta de incubación, procedentes de gallinas reproductoras de la línea Cobb 500. El estudio se realizó en base de un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y dos repeticiones, integrando 70 huevos en cada unidad experimental. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: T0 (Huevos frescos); T1 (1-3 días de almacenamiento); T2 (3-5 días de almacenamiento) y T3 (5-7 días de almacenamiento). Los resultados obtenidos en relación a la mayor pérdida humedad le corresponden a T2, presentando un valor de 13,72%. Se alcanzó una mayor fertilidad con T3 (98,57%) y con el mismo tratamiento se obtuvo una incubabilidad superior al resto de los tratamientos con 98,26%. En cuanto a la mayor proporción de pollitos de primera calidad, el tratamiento 3 fue el

que alcanzó mejores resultados (65 pollitos BB). En contraste a esto, el mayor porcentaje de mortalidad embrionaria tras la incubación en los huevos frescos se obtuvo con T1 (10%). Por último, el mayor peso que alcanzaron los pollitos BB al nacimiento fue con el tratamiento 1, llegando a pesar 49 gramos.

En otra investigación, **Barboza (2012)** se encargó de evaluar el efecto de la edad de la gallina reproductora y el tiempo de almacenamiento del huevo fértil sobre la incubabilidad, peso del pollito BB al nacimiento y al cabo de 42 días de edad. Se emplearon huevos procedentes de gallinas reproductoras Cobb 500 divididas en dos grupos. El primer grupo integró gallinas de 35 semanas de edad y el segundo grupo constó de aves de 45 semanas de edad. De la misma forma cada grupo estuvo conformado de 4 repeticiones, integrando 150 huevos incubados por repetición, con 0 días de almacenamiento, a 16°C y 79% de humedad en huevos almacenados por 4 días y a 15°C con el 70% de humedad en 7 días de almacenamiento. Al término de la etapa de incubación se registró el número de pollos nacidos, así como su peso. En cada repetición fueron seleccionados 20 pollitos de buena calidad para ser criados durante 42 días (fase de engorde). Luego de analizar los datos empleando un modelo general lineal se determinó que la edad de las reproductoras alteró la incubación con una repercusión directa sobre el porcentaje de nacimientos que fue más elevado en gallinas jóvenes con un 88,50 %. Se obtuvo un mejor rendimiento en el peso corporal con al primero y séptimo día de edad en la progenie de las gallinas reproductoras adultas, mientras que la descendencia de gallinas jóvenes presentaron una mejor ganancia de peso y crecimiento relativo. Por último, se registraron mejores pesos corporales al término del engorde en la progenie de gallinas jóvenes; mientras que los huevos que se almacenaron por 7 días afectaron de forma adversa al rendimiento productivo de los pollos, efecto que fue pronunciado cuando la progenie descendía de gallinas viejas.

Arias (2011), evaluó la influencia del tiempo de almacenamiento en 1200 huevos fértiles procedentes de un lote de reproductoras previo a la incubación sobre el desarrollo embrionaria y en la calidad del pollito finquero. La investigación se basó en un modelo experimental completamente al azar, para evaluar cuatro tratamientos con

3 repeticiones, integrando 100 huevos en cada unidad experimental. Los tratamientos que evaluaron los días de almacenamiento fueron los siguientes: T1= 11-12 días, T2= 9-10, T3= 7-8 días; T4= 5-6 días; T5= 3-4 días y T6= 1-2 días. Al término del experimento, se registró un mayor porcentaje de incubabilidad con el tratamiento 6, con un valor de 67,5%. Al momento de la recolección de los huevos en el lote de productoras, el mayor peso que se registró fue con el tratamiento dos (59,1 g), mientras que con el tratamiento 6 se alcanzó un mayor peso de los pollitos al nacimiento con 36,1 g y de manera similar con respecto a la variable del rendimiento del pollito (62,37%) con el mismo tratamiento. Por otro lado, se evidenció una mayor tasa de mortalidad temprana con el tratamiento 1, registrando un valor de 19,5% a razón de un mayor tiempo de almacenamiento de los huevos en dicho tratamiento.

Cárdenas (2020) se encargó de evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento en huevos procedentes de reproductoras pesadas Cobb 500 sobre el nacimiento de los pollitos BB. El estudio analizó 7040 huevos de aves que se encontraban en el pico de producción (32-46 semanas) aptos para la incubación almacenados en un rango de temperatura entre 16° - 20°C y con un valor de humedad superior al 60% hasta ser cargados en las maquinas incubadoras cumpliendo los requerimientos de espacio y disponibilidad. Luego del análisis de 30 incubadoras se obtuvo un porcentaje de nacimiento de 88,28% para pollitos de primera y del 1,03% en pollos de segunda. Los resultados en cuanto a la calidad de los pollitos BB difirió en relación a los días de almacenamiento de los huevos previo a la incubación; en aquellos que se almacenaron de 1 a 3 días procedentes de reproductoras pesadas con una edad promedio de 37,83 semanas se obtuvo un porcentaje de nacimientos en pollitos de primera del 88,31%, seguido de 1,43% en pollitos de segunda. Por otro lado, en los huevos que fueron almacenados en un período de 4 a 6 días el porcentaje para pollitos de primera y segunda calidad se redujo levemente con valores de 87,63% y 1,17% respectivamente. De la misma manera, se apreció una notable reducción en el nacimiento de pollito BB en primera y segunda calidad procedentes de huevos que fueron almacenados en período de tiempo superior a los 7 días, con un 83,56% en nacimientos para pollitos de primera y 1,08% en pollitos de segunda.

En este mismo contexto, **Solís y Pin (2021)** evaluaron el efecto de dos tiempos de almacenamiento (7 y 14 días) y tres temperaturas (16, 18 y 20°C) sobre los parámetros de incubabilidad en huevos fértiles de reproductoras Cobb 500. Para el estudio se aplicó un diseño completamente aleatorizado (D.C.A) con un arreglo factorial 2x3. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1 (7 días de almacenamiento a 16°C), T2 (7 días de almacenamiento a 18°C), T3 (7 días de almacenamiento a 20°C), T4 (14 días de almacenamiento a 16°C), T5 (14 días de almacenamiento a 18°C) y por último T6 (14 días de almacenamiento a 20°C). Las variables respuesta del estudio que se evaluaron fueron: fertilidad, infertilidad, huevos contaminados, mortalidad embrionaria en tres períodos (temprana, intermedia y tardía), pérdida de peso en los huevos, porcentaje de pollos de primera y segunda, así como el peso de los pollitos nacidos vivos con relación al peso del huevo. En cuanto a los resultados obtenidos, se evidenció una mayor tasa de mortalidad embrionaria temprana e intermedia con T6 (17,19% y 5,16% respectivamente), mientras que con T5, se registró un mayor porcentaje de mortalidad embrionaria tardía con un 5,16%. Se obtuvo una menor pérdida de peso en los huevos con t4, con alrededor de 8,68%. En lo que respecta al porcentaje de pollitos de primera y segunda, el valor más alto se obtuvo con T1 en 79,12 % y en un 19,84% para el tratamiento 6. Por último, el rendimiento del peso de los pollitos con respecto al peso de los huevos fue superior en aquellos sometidos al T5 con un valor de 76,08%.

De la misma manera, se llevó a cabo otro estudio por parte de **Ramos (2017)**, en el que se determinó el efecto del tiempo de almacenamiento de huevos fértiles recolectados de reproductoras pesadas Cobb 500 sobre el porcentaje de incubabilidad. En el estudio se evaluaron 1800 huevos de un lote de reproductoras con una edad promedio de 32 semanas almacenados en tres períodos de tiempo, descritos en los siguientes tratamientos: T1 (1 a 3 días), T2 (4 a 6 días) y T3 (7 a 10 días) e integrando 600 huevos en cada uno de ellos. Los resultados que se obtuvieron en la investigación reflejaron diferencias significativas para los tratamientos aplicados. En cuanto al porcentaje de fertilidad, fue superior en los huevos sometidos al tratamiento 1 con 94,33% y con una leve reducción de esta conforme se extendía el tiempo de almacenamiento de los mismos con un 93,50% para T2 y 87,33% en T3. En lo que

respecta a la incubabilidad, se apreció un mayor porcentaje con T1 (9,16%) y de la misma manera con este tratamiento se obtuvo un mayor porcentaje en pollos de primera (83,33%) y un valor reducido en pollos de segunda (2,34%).

Elibol y Brake, (2008) realizaron dos ensayos donde evaluaron el efecto del peso y posición del huevo en relación con el ventilador presente en la incubadora sobre la mortalidad embrionaria, pollitos BB de segunda calidad y la incubabilidad en pollos de engorde. En la investigación se colocaron 3 categorías de acuerdo al peso: pequeños (62,4 g), mediano (65,4 g) y grande (68,9 g) en el carro de la incubadora ubicado lejos del ventilador y en otro próximo al ventilador como sería el caso al momento del funcionamiento para una etapa en esta clase de incubadora. En cuanto a la incubabilidad fértil, esta se redujo en el grupo de huevos categorizadas como grandes debido a que, el porcentaje de mortalidad embrionaria fue superior en el primer experimento, mientras que para el experimento 2 la causa de la baja incubabilidad fue la mortalidad embrionaria tanto temprana como tardía. Por otro lado, el porcentaje de mortalidad embrionaria tardía y pollitos de segunda calidad incrementó y el porcentaje de incubabilidad fértil se redujo para los huevos del segundo experimento. De la misma manera, se evidenció una interacción significativa entre la posición de la incubadora y el grupo de peso del huevo con la mortalidad embrionaria.

En otra investigación **Ayeni et al., (2020)** evaluó el efecto de cinco períodos de almacenamiento (1, 4, 7, 10 y 13 días), tres categorías de peso: huevos pequeños (60-64 g), medianos (65-69 g) y grandes (mayor o igual 70 g), a su vez el posicionamiento con la cámara de aire hacia abajo o hacia arriba en el período de almacenamiento sobre el porcentaje de incubabilidad y peso de los pollitos en un día de nacimiento. Para el estudio se compraron 1500 huevos fértiles procedentes de reproductoras pesadas de raza Arbor Acre, posteriormente se ordenaron de acuerdo al tamaño de los huevos en cinco diferentes períodos de almacenamiento (100 huevos por período) y a su vez se dividieron a estos en dos grupos integrando 50 huevos de acuerdo al posicionamiento para el almacenamiento. Para la investigación se implementó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x5x3. Los resultados obtenidos indicaron

que, los huevos tras ser almacenados durante 1 - 4 días presentaron una máxima incubabilidad, no obstante, disminuyó ligeramente a medida que se incrementó el tiempo de almacenamiento (92% a 78%). Por otro lado, en los huevos posicionados hacia abajo generalmente presentaron una mejor incubabilidad. En aquellos huevos que contaron con un tamaño grande almacenados durante un período de tiempo más prolongado alcanzaron un mayor peso del pollito con relación a los huevos de tamaño pequeño y mediano, aunque los huevos de tamaño grande colocados hacia abajo obtuvieron pollitos con un mayor peso.

Abioja et al. (2020), realizaron una investigación para determinar el efecto el almacenamiento prolongado sobre la calidad del huevo, mortalidad embrionaria y la incubabilidad en pollos FUNNAB. Para el estudio se evaluaron 288 huevos con un peso de $53,2 \pm 4,67$ gramos recolectado de un lote de gallinas reproductoras de 32 semanas de edad almacenados en bandejas con extremos anchos provistos de una temperatura de $16 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ en los siguientes días de almacenamiento (0, 4, 8, 12, 16 y 20 días). En ocho huevos de cada grupo se colocaron en una incubadora para luego transferirse a una nacedora para apreciarse el desarrollo embrionario. Los datos recopilados se sometieron a un análisis de varianza unidireccional. Los resultados obtenidos reflejaron que la pérdida de peso, área de la superficie, diámetro de la yema, interno y externo del blastodermo y germen muerto, incrementó en tiempos prolongados de almacenamiento, mientras que la altura de la yema, índice de la yema, peso de la albúmina, la altura de la albúmina, índice de albúmina, unidad de Haug, fertilidad, incubabilidad de la puesta y los huevos fértiles disminuyeron. Por otro lado, se evidenciaron pérdidas de peso (%) en 0, 1,2; 2,2; 3,4; 4,6 y 6,1 en huevos almacenados durante 0, 4, 8, 12, 16 y 20 días respectivamente. Los huevos que se almacenaron durante 8 días se exhibieron un mayor porcentaje de germen muerto y una menor incubabilidad de puesta. El porcentaje de cáscara para los huevos almacenados durante 4 días fue menor (11,4%) en relación a los que se almacenaron durante 16 días (13,4%). Por otro lado, el grosor de la cáscara fue similar en los huevos que se almacenaron durante 0 a 12 días, pero en los huevos almacenados por 8 días se registraron cáscaras más delgadas (0,60 mm) mientras que para los días 16 y 20 se registraron valores de 0,71 mm y 0,73 mm.

El almacenamiento de los huevos previo a la incubación es un aspecto a tomar en cuenta en la industria avícola, debido a que alguna alteración en este proceso trae graves repercusiones para el suministro de huevos para incubar en las granjas reproducción y el abastecimiento en pollitos de un día edad para las granjas de aves de engorde. En respuesta a este argumento, **Goliomytis, Tsipuzan y Hager (2015)**, efectuaron un estudio para evaluar los efectos de la duración del almacenamiento en huevos de pollos de estirpes de engorde previo a la incubación sobre la incubabilidad, calidad de pollitos BB de 1 días, rendimiento productivo en un período de crianza de 35 días y parámetros de inmunocompetencia. Para este fin, se almacenaron un total de 360 huevos durante tres períodos de tiempo (4, 12 y 16 días) antes de la incubación. La incubabilidad para los huevos fértiles y la mortalidad embrionaria no se vieron afectadas por el almacenamiento de los huevos. Por otra parte, el peso corporal y la longitud de los pollitos de 1 día de edad se correlacionaron negativamente de forma lineal con el tiempo de almacenamiento de los huevos. No obstante, el peso corporal corregido, derivado del peso del huevo antes de la puesta no se vio afectado, aunque la longitud del pollito corregida mostró diferencias a razón de los períodos de almacenamiento. En cuanto a los parámetros de inmunocompetencia (peso de órganos linfoides a los 2 y 35 días, títulos de anticuerpos maternos, gran parte de subpoblaciones de timocitos definidos por la expresión de células CD3, CD4 y CD8, respuestas celulares a la prueba cutánea PHA y respuestas humorales a las inmunizaciones primarias) no se vieron afectados por el almacenamiento de los huevos fértiles. Sin embargo, se evidenció que los tiempos extensos de almacenamiento influyen de forma negativa sobre la abundancia de timocitos CD3+CD4-CD8-que representan a gran parte de las células $\gamma\delta$ -T a nivel del timo en pollitos de 2 días de edad, así como en la respuesta humoral para la inmunización de refuerzo con virus de la enfermedad de Newcastle (NDV) en aves.

Khan et al. (2014), evaluaron el efecto de la duración del tiempo de almacenamiento con respecto al peso en huevos de gallinas Rhode Island Red, características internas de la calidad del huevo, incubabilidad y peso de los pollitos de 1 día de nacimiento. Para el estudio se recolectaron huevos fértiles tres veces al día (990 huevos diarios) de gallinas reproductoras de 32, 34 y 36 semanas de edad. Al término de la

recolección se obtuvieron 5940 huevos que se almacenaron en cinco grupos durante 2, 3, 5, 7 y 9 días previos a la incubación en una bodega a 16°C y 78% de humedad relativa. Los resultados del estudio determinaron que existió una disminución en el peso de la albúmina, peso de la yema, índice de la misma y sobre el valor unitario de Haugh en huevos almacenados por largos períodos de tiempo (>3 días). No se evidenció un efecto positivo o negativo del tiempo de almacenamiento sobre las tasas de fertilidad. Sin embargo, tras el almacenamiento en tiempos prolongados hubo un efecto negativo sobre el peso del huevo y desarrollo del pollito en huevos almacenados por 3 días. El estudio recomienda que, en huevos procedentes de gallinas Rhode Island Red, no se almacenen por más de 3 días.

Nasri et al., (2019) realizaron un estudio de revisión que tuvo por objetivo investigar el impacto del tiempo de almacenamiento, edad de las reproductoras y su interacción con la calidad del huevo, desarrollo del embrión e incubación. El almacenamiento prolongado (> 7 días) desencadenó en una reducción de la calidad del huevo tanto en gallinas reproductoras jóvenes como en mayores con un efecto más pronunciado en parvadas jóvenes que en gallinas viejas. De modo que, luego de 8 días de almacenamiento en las aves jóvenes se registró un incremento en el pH de la albúmina. Así mismo, la etapa morfológica embrionaria parece aumentar con la duración del almacenamiento, aunque este incremento parece suceder nuevamente en las parvadas de aves reproductoras más jóvenes. Un almacenamiento de corto plazo (<7 días) presuntamente, tiende a incrementar la incubabilidad en los huevos de gallinas reproductoras jóvenes, como resultado de un proceso de licuefacción de la albúmina por una mejor disponibilidad de oxígeno para el embrión. Por otro lado, el almacenamiento superior a 7 días resultó en una reducción de la incubabilidad con mayor efecto sobre reproductoras mayores que en jóvenes, el almacenamiento prolongado tuvo por resultado un descenso en la calidad del pollito para reproductoras jóvenes y viejas.

En otra investigación realizada por **Nasri et al., (2020)** se evaluó el impacto entre la edad de las gallinas (31, 42 y 66 semanas) y el tiempo de almacenamiento (2, 5, 12 y

19 días) en huevos de reproductoras pesadas de línea Arbor Acres sobre la calidad del huevo, desarrollo embrionario, mortalidad, incubabilidad y calidad del pollito de 1 día. Para el estudio se recolectaron 29160 huevos el mismo día de tres lotes de gallinas reproductoras (9720 por lote) almacenados a una temperatura de 16,5°C y 70% de humedad relativa. Los resultados de la investigación indicaron una reducción en el diámetro de la albúmina espesa, así como el incremento en el pH de esta. No obstante, la cantidad de materia seca disminuyó con períodos de almacenamiento entre los 2 y 19 días. Con respecto al aumento en la edad de las reproductoras (31 a 66 semanas), la altura de la albúmina, porcentaje de materia seca y cáscara se redujo conforme la edad de las reproductoras avanzaba. Por el contrario, bajo este precepto se evidenció un incremento en el peso del huevo, diámetro, porcentaje y materia seca de la yema. En cuanto al pH de la yema se observó un incremento de este valor en los huevos que fueron almacenados por largos períodos de tiempo y de manera más pronunciada con aquellos procedentes de aves más viejas. Se obtuvo un menor porcentaje de incubabilidad como resultado de un incremento de la mortalidad embrionaria, en huevos fértiles que fueron almacenados por un largo período de tiempo. La mortalidad temprana aumentó antes y fue más pronunciada en huevos que se sometieron a un almacenamiento prolongado, especialmente en reproductoras viejas. Por último, entre los 5 y 19 días de almacenamiento, la masa corporal libre de la yema, porcentajes de hígado y proventrículo con la molleja se redujeron, así como la longitud de las crías y la eficiencia de la yema, estos últimos se vieron más pronunciados en criaderos de reproductoras jóvenes.

1.2. Categorías fundamentales

1.2.1. La avicultura en Ecuador

La industria avícola en el Ecuador se ha convertido en una de las principales actividades productivas con un mayor rédito para la economía local; esta actividad se fundamenta en dos segmentos productivos: la obtención de huevo comercial y la producción de carne de pollo. Este último segmento sobresale por encima de la producción de huevo comercial debido a que la carne de pollo es una de las proteínas

más consumidas en nuestro país con un consumo per cápita de 28 kg en el año 2020 de acuerdo a los informes presentados por la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (**CONAVE, 2021**).

No obstante, a lo largo de los últimos años, la producción de huevos ha experimentado una tendencia al alza, de acuerdo con datos obtenidos en el censo avícola realizado por la CONAVE durante el 2020, en el país se produjeron 3436 millones de huevos. Para cubrir esta producción anual según el **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2020)**, el margen productivo semanal fue ampliamente cubierto por los planteles distribuidos en la región interandina, que aportaron con el 85,5% de la producción total de huevos en el país, siendo Tungurahua, la provincia que concentró gran parte de esta producción con alrededor de 32,82 millones de huevos.

1.2.2. Gallinas criollas

El concepto de “gallina criolla” se atribuye a las aves propias de un territorio que han desarrollado características determinadas con énfasis en la supervivencia, estas aves han sido clasificadas como “semipesadas” debido a que no se les atribuye ningún patrón específico procedente de aves de engorde ni de postura, considerándose como una mezcla indeterminada de razas con orígenes diferentes (**Durán y Perucho, 2014**).

Estos animales se crían bajo estándares tradicionales en parcelas y fincas, donde su alimento se basa en la producción local (**Parco, 2020**). No obstante, aunque existen normas técnicas en lo que respecta a la producción y sanidad que podrían generar peligro para la industria avícola, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha desarrollado programas que garantizan la adecuada implementación de gallinas criollas hacia los núcleos familiares con el propósito de aprovechar y transformar los derivados de estos productos (**Tovar, Narváez y Aguledo, 2015**).

1.2.3. Origen

El origen de la gallina criolla (*Gallus gallus domesticus*) se remonta al gallo bankiva, especie de hábitat silvestre procedente del sudeste asiático y partiendo de esta se establecieron cuatro agrupaciones primarias: mediterráneas, atlánticas, asiáticas y razas de combate (Orozco, 1991, como se citó en Andrade et al., 2017). En lo que respecta al territorio americano, la introducción de la gallina criolla o mestiza se dio por parte de los conquistadores en sus primeros viajes a América, reflejando la elevada capacidad de adaptación productiva en esta región por más de 500 años (Segura et al., 2017).

A nivel de Sudamérica, la gallina criolla, es una de las especies domésticas de interés productivo empleadas con mayor frecuencia en la avicultura no especializada, convirtiéndose en un eje fundamental que contribuye en la seguridad alimentaria en los sectores rurales (Andrade, et al., 2017). La rusticidad, características organolépticas y resistencia a enfermedades son algunas ventajas que las gallinas criollas presentan en comparación con otras líneas comerciales que se crían en Latinoamérica (Revelo, 2015).

1.2.4. Taxonomía de la gallina criolla

La descripción sobre la clasificación taxonómica de la gallina criolla se describe en la tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de la gallina criolla

Clasificación	Descripción
Reino	Animal
Tipo	Cordado
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Subclase	<i>Neornites</i> (sin dientes)
Súper orden	<i>Neognatos</i> (esternón aquillado)
Orden:	<i>Gallinacea</i>
Suborden	<i>Galli</i>
Familia	<i>Phasianidae</i>
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>Domesticus</i>

Fuente: Cárdenas et al. 2006

1.2.5. Características físicas de las gallinas criollas

En la zona alta del cráneo se puede evidenciar dos modelos de abolladuras carunculares, manifiestan una cresta en el píleo, en los extremos del pico sobresalen dos lóbulos que se asemejan a péndulos, la totalidad del cuerpo se encuentra revestida por una suave y brillante capa de plumas que se posicionan desde el cuello hasta la espalda, por lo general estas especies presentan dimorfismo sexual dados entre los dos géneros los cuales se perciben a simple vista (**Durán y Perucho, 2014**)

A simple vista se puede distinguir un dimorfismo sexual entre gallos y gallinas donde los machos generalmente son más grandes presentando mayores dimensiones, según los cuidados que se les preste pueden llegar a alcanzar hasta los 4 kg de peso y 50 cm de altura, en la cabeza como un símbolo de dominancia le sobresale una gran cresta rojiza, es particular del gallo rojo salvaje presentar una tonalidad brillante ante su contraparte doméstica (**Durán y Perucho, 2014**). En esta especie la cola está revestida

de plumas grandes con tonalidades oscuras y colores diversos como: verde, azul y púrpura. En los extremos de la cabeza se aprecia un par de sombras generalmente blanquecinas, los gallos por lo general son de mayor estatura en comparación a las gallinas con una coloración menor atrayente que al del gallo (**Orozco, 1991, como se citó en Andrade et al., 2017**).

1.2.6. Incubación de huevos

La incubación de huevos, es un comportamiento de tipo productivo que las aves experimentan durante la época de puesta que persigue dos objetivos, por una parte, administrar la temperatura adecuada que garantice el correcto desarrollo de los embriones, por otro lado, brindar calor para los pollitos recién eclosionados (**Caravaca et al., 2005**).

La incubación de los huevos es un proceso que puede llevarse a cabo de dos maneras:

- a) **Natural:** la madre proporciona a los huevos el calor suficiente para el correcto desarrollo del pollito hasta su eclosión. Este modo de incubación se lo denomina como “cloquez” (**Jiménez, 2018**).

- b) **Artificial:** este método de incubación emplea máquinas que intentan recrear las mismas condiciones incubatorias (temperatura, humedad, ventilación y movimientos) que las aves poseen para que pueda llevarse a cabo el nacimiento de los pollitos (**Nieves, 2015**).

El proceso de incubación comprende en dos etapas:

- La primera etapa o pre-incubación comprende en todas las prácticas de manejo llevadas a cabo desde la puesta del huevo en el nido o jaula hasta el momento de la colocación en la máquina incubadora.
- La segunda etapa es la incubación propiamente dicha que agrupa también a la eclosión o nacimiento del pollo (**Nieves, 2015**).

1.2.7. Recolección de los huevos

La recolección se debe realizar lo más rápido posible después de la puesta con el fin de evitar la contaminación tanto ambiental como por infecciones transováricas (**Alvear, Dávila y Arrollo, 2022**). Los huevos deben ser seleccionados de la misma explotación, para luego separar de aquellos que no serán aptos para la incubación (huevos rotos, muy pequeños, deformes y de doble yema), así también, es importante que se separen entre huevos limpios y sucios (**Nieves, 2015**).

Los huevos limpios generalmente se recolectan en el interior de los nidos o en la banda transportadora mientras que los huevos sucios se los recolecta en las proximidades de los nidos o en el suelo (**Nieves, 2015**). Es importante descartar aquellos huevos que presentan fallas muy severas a nivel de la cáscara mediante una inspección minuciosa de la misma (**Solano, 2016**).

1.2.8. Selección de los huevos para incubación

La clasificación ha de realizarse el mismo tiempo de la recolección manual o durante el almacenamiento. Si los huevos se destinan para la comercialización y distribución deben estar libres de polvo, suciedad o restos de materia orgánica por último se colocarán en contenedores de cartón para su expendio (**Alvear, Dávila y Arrollo, 2022**).

Al momento efectuarse la selección de los huevos que serán enviados a la planta incubadora, es importante tomar en cuenta aspectos como: el tamaño, forma, estado de la cáscara, limpieza y edad de la reproductora (**Callejo., sf**). Los huevos al inicio de la postura son de tamaños muy pequeños y pueden llegarse a producir durante un mes hasta que su tamaño pueda regularse, estos huevos poseen características

específicas en cuanto a su cascara que suele presentarse intacta y limpia (**Alvear, Dávila y Arrollo, 2022**).

1.2.9. Desinfección de los huevos

Posterior a la selección de los huevos se lleva a cabo la desinfección de los huevos a través de diversas formas:

- **Desinfección líquida (pulverización):** este es el método más empleado, se utiliza una bomba encargada de pulverizar al desinfectante, el cual se encarga de actuar sobre los agentes patógenos a nivel de la superficie de la cáscara del huevo. Entre los principales productos desinfectantes se puede emplear: formol al 37%, amonio cuaternario al 80%, glutaraldehído al 40%, ácido acético y peróxido de hidrógeno al 5%.
- **Desinfección gaseosa:** en este proceso se emplea un cajetón de fumigación de 1 m³ que se ubica en el interior de la bodega de almacenamiento o en el galpón, situándolo de manera correcta a nivel de los pasillos en cada extremo de estas edificaciones, para este caso se requiere de una combinación de 15 g de paraformaldehído con 30 ml de formol al 37%. Para este proceso de desinfección los huevos se colocan en el cajetón de fumigación, conectar el tubo de este en la cocina para ser calentado y colocar la mezcla de paraformaldehído con formol, y en el momento en que se produce el gas mediante una reacción térmica cerrar la puerta del cajetón y dejar actuar por 20 minutos (**Maica, 2007**).

1.2.10. Factores que influyen sobre la incubabilidad

La incubabilidad como característica productiva se encuentra altamente regulada por la herencia, viéndose influenciada de la misma manera por otros factores como: la nutrición, edad de las reproductoras, condiciones sanitarias en el galpón o en la planta de incubación y situaciones de manejo en la misma (**Rodríguez y Cruz, 2017**).

El peso del huevo es un factor determinante que se correlaciona de manera directa con el peso del pollo al nacimiento, aspecto de gran importancia que define la vitalidad del pollito BB. El peso está relacionado con el tamaño del huevo, donde aquellos considerados como “grandes” tienden a producir pollos edematosos y con un nacimiento que puede llegar a ser tardado provocado por una ausencia en el intercambio gaseoso y vapor de agua. Por otro lado, en huevos demasiado pequeños generan pollos deshidratados, débiles al nacimiento y de pequeño tamaño, en respuesta a una severa pérdida de agua que se dan en el proceso de incubación **(Rodríguez y Cruz, 2017; Solano, 2016)**.

La edad de la reproductora es uno de los factores más importantes que influyen en el peso del huevo. Otros factores que pueden influir en el peso del huevo se encuentran: raza, línea genética, volumen corporal, hábitat (jaula o libre), temperatura ambiental, alimentación (porcentaje de inclusión proteica) y salud de las aves. El tamaño del huevo se relaciona principalmente con un incremento en el contenido de la yema en relación al de la clara o albúmina de esta manera, al final si se presentara alguna alteración en el consumo o déficit de proteínas, puede observarse alteraciones en del huevo **(Nieves, 2015)**

1.2.11. Mortalidad embrionaria

Durante la incubación de las aves, existen por lo menos dos picos de mortalidad embrionaria. La primera se produce al inicio del proceso de incubación y la segunda llega a presentarse en la etapa previa a que el embrión pueda penetrar en la cámara de aire (2-3 días antes del día de eclosión), este pico de mortalidad tiende a ser más pronunciado que su contraparte inicial **(Christensen, 2001)**.

Cuando se acerca el momento previo a la eclosión del pollito, se debe trasladar los huevos incubados a la nacedora. Es importante que este proceso se realice con cuidado, debido a que los movimientos bruscos pueden llegar a generar problemas durante el

nacimiento de los pollitos y de la manera las nacedoras han de conservar las características de temperatura, humedad y ventilación necesarias para facilitar el nacimiento de los pollitos. (Nieves, 2015).

Los agentes infecciosos presentes a nivel de oviducto y de la cloaca contribuyen en la contaminación de los huevos, provocando una reducción en la tasa de incubabilidad, incremento en la mortalidad embrionaria y un peso menor de los pollos luego del nacimiento (Rodríguez y Cruz, 2017).

Cuando el almacenamiento se extiende por varios días, la albúmina llega a degradarse paulatinamente provocando que la yema gira y flota en la cercanía del extremo superior del huevo provocando que el embrión llegue a situarse próximo la membrana interior de la cáscara corriendo el riesgo de sufrir deshidratación o a su vez contaminación bacteriana, factores que desencadenan en mortalidad embrionaria (Alda, 2003).

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el peso y tiempo de almacenamiento en huevos de Gallina criolla (*Gallus gallus*) sobre los índices de incubación.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los rangos de pesos en huevos (40 a 50; 51 a 60 y 61 a 70 g) para la incubación.
- Identificar el tiempo de almacenamiento (5, 9 y 13 días) para la incubación de huevos.

- Determinar los índices de incubación (incubabilidad, viabilidad, mortalidad embrionaria, pollitos de primera y segunda) para huevos de gallinas criollas

Hipótesis

H0: El peso y el tiempo de almacenamiento no influye sobre los índices de incubación en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*).

H1: El peso y el tiempo de almacenamiento influye sobre los índices de incubación en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales, equipos y reactivos

Materiales de escritorio	Materiales de campo
<ul style="list-style-type: none">• Esferos• Libreta de apuntes• Calculadora• Cámara fotográfica	<ul style="list-style-type: none">• Huevos de gallina criolla• Cubetas de cartón• Guantes• Overol• Franelas• Fundas• Baldes• Piola
Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Máquina incubadora• Nacedora• Balanza digital U.S. SOLID (cap. 200 g; 0,001 g)• Computador personal• Máquina Termonebulizadora	<ul style="list-style-type: none">• Amonio cuaternario (desinfectante)

2.2. Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en la granja avícola “San Francisco”, ubicada en el Sector San Francisco, perteneciente a la parroquia Huambaló, a 8 km de la ciudad de Pelileo. Este lugar se encuentra localizado en las siguientes coordenadas: latitud 1°23'10.2"S y longitud de 78°30'55.0"W o -1.386473, - 78.514728.

2.3. Características del lugar

El sector de “San Francisco” presentaba las siguientes condiciones meteorológicas, descritas en la tabla 2.

Tabla 2.

Condiciones meteorológicas

Parámetros	Datos anuales
Altitud, msnm	2736
Temperatura media, °C	10-12
Clima	Templado-Frío
Precipitación anual, mm	843,98
Humedad relativa, %	83-86
Velocidad del viento, m/s	2,6

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2015; Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) parroquial de Huambaló, 2019

2.4. Factores de estudio

Factor A: Peso de los huevos, g

P1: Huevos de 40-50 g

P2: Huevos de 51-60 g

P3: Huevos de 61-70 g

Factor B: Tiempo de almacenamiento, días

T1: 5 días

T2: 9 días

T3: 13 días

2.5. Tratamientos

Tabla 3.

Distribución de los tratamientos

Tratamiento	Simbología	Descripción	Repeticiones/ Tratamiento	Huevos/ Tratamiento	Total de huevos
1	P1T1	Huevos de 40-50 g almacenados por 5 días	3	30	90
2	P1T2	Huevos de 40-50 g almacenados por 9 días	3	30	90
3	P1T3	Huevos de 40-50 g almacenados por 13 días	3	30	90
4	P2T1	Huevos de 51-60 g almacenados por 5 días	3	30	90
5	P2T2	Huevos de 51-60 g almacenados por 9 días	3	30	90
6	P2T3	Huevos de 51-60 g almacenados por 13 días	3	30	90
7	P3T1	Huevos de 61-70 g almacenados por 5 días	3	30	90
8	P3T2	Huevos de 61-70 g almacenados por 9 días	3	30	90
9	P3T3	Huevos de 61-70 g almacenados por 13 días	3	30	90
Total					810

2.6. Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (B.C.A), en un arreglo factorial de 3x3 con 3 repeticiones por tratamiento, obteniéndose un total de 27 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo integrada por 30 huevos. El análisis de varianza para las medias

de los tratamientos obtenidos se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia.

2.7. Manejo del experimento

2.7.1. Recolección de los huevos

Los huevos fueron recolectados de un lote de gallinas criollas reproductoras de 54 semanas de edad, en cubetas durante la mañana (08:00 am y 11:00 am) y en la tarde (02:00 pm y 05:00 pm) para evitar la pérdida de fertilidad de acuerdo a lo recomendado por **Hernando (1990)**, mismo que siguiere hacer de 4-5 recogidas de huevos al día repartidas entre la mañana y la tarde.

2.7.2. Selección de huevos para almacenamiento

Los huevos se seleccionaron en base a las características físicas expuestas por **Narushin y Romanov (2002)**, que son: peso, forma, calidad de la cáscara e índice de forma. Se descartaron los huevos con cáscaras delgadas, fracturas, que presenten poros o deposiciones de calcio, debido a que representan un problema durante la incubación (**Rodríguez y Cruz, 2017**).

En lo que respecta a la forma se eligieron huevos uniformes, comúnmente ovalados, excluyendo aquellos que sean alargados, puntiagudos o redondeados (**Narushin y Romanov, 2002**). El índice de forma se describe como la relación máxima entre el ancho y la longitud del huevo, para este caso se aceptaron huevos con un índice de 0,6 a 0,8 tomando en cuenta lo descrito por **Ricaurte (2006)**, quien recomienda una medida estándar de 0,7. En adición a esto, se aceptaron huevos recolectados de acuerdo a los siguientes colores: verde, verde-azulado y crema debido a que estos huevos son los que se obtuvieron regularmente en el plantel avícola de gallinas criollas.

2.7.3. Desinfección de los huevos

Los huevos se desinfectaron con amonio cuaternario a una dilución de 4cc por cada litro de agua mediante termonebulización empleando una máquina termonebulizadora

2.7.4. Clasificación de los huevos en función del peso

Con la ayuda de una balanza digital U.S. SOLID (cap. 200 g; 0,001 g) se pesaron los huevos para luego clasificarlos dentro de los rangos expuestos previamente en la descripción de los tratamientos, en base lo descrito por **Shatokhina (1975)**.

2.7.5. Almacenamiento de los huevos

Los huevos fueron almacenados en cubetas colocándolos en estas con la cámara de aire hacia arriba hasta el momento de ser incubados, etiquetándose a cada uno de acuerdo a los tratamientos que se evaluaron. Estos huevos se colocaron en un cuarto fresco con ventilación y en los tiempos establecidos en los factores de estudio.

2.7.6. Transporte de los huevos

Los huevos fueron transportados vía terrestre hasta la planta incubadora respetando los días de almacenamiento en los tratamientos descritos anteriormente.

2.7.7. Incubación

Previo a este proceso la incubadora fue desinfectada con amonio cuaternario y precalentada. Posteriormente se procedió a cargar los huevos en bandejas provistas de agujeros para ubicarlos en posición vertical, de tal forma que la cámara de aire quedase en la posición más elevada, para ser incubados a una temperatura de 27,6°C, con un porcentaje de humedad del 60%, durante 19 días.

2.7.8. Traslado a las nacedoras y diagnóstico de fertilidad

En el día 19, antes del traslado de los huevos incubados a las nacedoras, se realizó el diagnóstico de fertilidad con la ayuda de un ovoscopio, en este proceso se constató mediante visualización directa aquellos huevos que alcanzaron a desarrollar un embrión. Una vez terminado este proceso se trasladaron los huevos a las nacedoras mismas que constaban con una temperatura de 27°C y con el 80 % de humedad.

2.8. Variables respuestas

- **Incubabilidad, %**

Es el éxito del proceso de incubación que presenta la capacidad del huevo para eclosionar, produciendo un pollo viable. Esta variable se midió a los 21 días de incubación con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Incubabilidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollitos nacidos}}{N^{\circ} \text{ de huevos incubados}} \times 100$$

(Cobb-Vantress, 2020)

- **Viabilidad, %**

Se representa como la cantidad de pollitos nacidos vivos de los huevos considerados como fértiles y expresados en porcentaje. Esta variable se determinó a los 21 días de incubación empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Viabilidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollitos nacidos vivos}}{N^{\circ} \text{ de huevos fértiles}} \times 100$$

(Díaz, 2014)

- **Mortalidad embrionaria tardía, %**

Se determinó al término de los 21 días de incubación mediante la observación directa de signos de vitalidad como: vascularización, visualización del ojo y movilidad embrionaria utilizando un ovoscopio, así mismo, el diagnóstico de mortalidad embrionaria se corroboró por medio de la extracción de los embriones y visualización de los mismos (Ricaurte, 2005).

- **Peso de los pollitos al nacimiento, g**

En el día 21, al nacimiento de los pollitos, el pesaje se realizó tomando una muestra al azar de 10 animales por tratamiento y con ayuda de una balanza digital previamente encerada se registró este valor gramos (g).

- **Aves de primera, %**

La evaluación de los pollitos de primera calidad se llevó a cabo en el día del nacimiento, empleando el test de Pasgar, mismo que se basa en la evaluación de parámetros morfológicos como: la vitalidad, apariencia del ombligo, patas, pico y abdomen (García y Muñoz, 2016). Los pollitos partieron con una puntuación de 10 y se les restó 1 punto por cada defecto, de tal forma que los pollitos de primera fueron aquellos que presentaron las siguientes características: buena vitalidad, ombligo completamente cerrados, patas alineadas, de coloración normal, sin hinchazones, pico bien formado y con un abdomen firme y suave al tacto.

Una vez evaluados los pollitos de primera y obtenido el número de estos del total de huevos que fueron colocados a incubar se obtuvo el porcentaje de estos a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pollos de primera} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollos de primera}}{N^{\circ} \text{ de huevos colocados a incubar}} \times 100$$

(Maekawa, et al., 2014)

- **Aves de segunda, %**

Los pollitos de segunda fueron aquellos que mostraron alguna alteración en cada uno de los criterios descritos en el test de Pasgar. Posteriormente, evaluados los pollitos y obtenido el número de estos del total de huevos colocados en la incubadora se obtuvo el porcentaje de pollitos de segunda a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pollos de segunda} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollos de segunda}}{N^{\circ} \text{ de huevos colocados a incubar}} \times 100$$

(Maekawa, et al., 2014)

2.9. Procesamiento de la información

Para la tabulación de los datos obtenidos se utilizó el programa Excel 2016 y posteriormente el análisis estadístico se realizó empleando el software estadístico Infostat (versión estudiantil).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

Tabla 4.

Resultados obtenidos de los tratamientos aplicados sobre los índices de incubación en huevos de gallinas criollas (Gallus gallus)

Variable	Tratamientos									EEM	P	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9			
Incubabilidad, %	84,44 ^a	82,22 ^a	78,89 ^{ab}	78,89 ^{ab}	75,56 ^{ab}	70,00 ^{ab}	75,55 ^{ab}	68,89 ^{ab}	60,00 ^b	4,04	0,0155	9,34
Viabilidad, %	96,00 ^a	91,30 ^a	93,30 ^a	95,01 ^a	87,18 ^{ab}	77,67 ^{ab}	87,19 ^{ab}	77,67 ^{ab}	64,85 ^b	4,47	0,0032	8,98
Mortalidad embrionaria tardía, %	4,00 ^a	6,37 ^{ab}	6,70 ^{ab}	4,99 ^{ab}	9,29 ^{ab}	20,30 ^{ab}	11,54 ^{ab}	15,81 ^{ab}	34,07 ^b	0,08	0,0227	6,78
Peso al nacimiento, g	32,05 ^{cd}	33,20 ^c	30,76 ^d	35,48 ^b	33,70 ^{bc}	35,54 ^b	42,12 ^a	41,52 ^a	41,38 ^a	0,45	<0,0001	2,15
Aves de primera, %	83,33 ^a	81,11 ^a	76,67 ^a	77,78 ^a	73,34 ^{ab}	67,78 ^{ab}	74,44 ^{ab}	65,56 ^{ab}	54,45 ^b	4,32	0,0050	10,00
Aves de segunda, %	1,11	1,11	2,22	1,11	2,22	2,22	1,11	3,33	5,55	0,09	0,4738	8,53

Nota: Medias con letras diferentes en las columnas que difieren significativamente ($P < 0,05$) según Tukey al 5%. EEM: Error Estándar de las Medias. P significancia. T1: huevos de 40-50 g almacenados por 5 días. T2: huevos de 40-50 g almacenados por 9 días. T3: huevos de 40-50 g almacenados por 13 días. T4: huevos de 51-60 g almacenados por 5 días. T5: huevos de 51-60 g almacenados por 9 días. T6: huevos de 51-60 g almacenados por 13 días. T7: huevos de 61-70 g almacenados por 5 días. T8: huevos de 61-70 g almacenados por 9 días. T9: huevos de 40-50 g almacenados por 13 días.

3.1.1. Índices de incubación en huevos de gallina (*Gallus gallus*) con los diferentes tratamientos

a. Incubabilidad, %

Los datos presentados en la tabla 4, indican la existencia de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados ($p=0,0155$) sobre el porcentaje de incubabilidad en huevos de gallina criolla. Los mejores resultados se obtuvieron con T1 y T2 (tratamientos que evaluaron huevos con pesos de 40-50 g) presentaron el 84,44% y 82,22% de incubabilidad respectivamente, compartiendo a su vez el mismo nivel de significancia estadística. Posteriormente, se evidenció un ligero descenso en la incubabilidad con los demás tratamientos; es importante resaltar que estos no difirieron estadísticamente. Sin embargo, T9 registró el valor más reducido de incubabilidad (60,00%) difiriendo de los demás tratamientos donde se apreció una reducción pronunciada.

Estos valores de incubabilidad reflejan similitud a lo reportado por **Gandarillas (2007)**, quien en su investigación obtuvo valores de 82,88% en huevos con un peso entre 41,09 y 50,97 g, reduciéndose conforme el peso era superior a los 69,49 g, esta diferencia en cuanto a los resultados reportados por el autor se atribuye a que los animales empleados en el estudio fueron gallinas reproductoras COBB 500, mismas que se destacan por sus altos índices productivos en incubabilidad. De la misma manera, esta reducción en el porcentaje de incubabilidad fue pronunciada tras largos períodos de almacenamiento, como respuesta a una reducción significativa del peso y área de la yema, componente sustancial que provee de nutrientes al embrión cuando este inicia su etapa de desarrollo (**Abioja et al., 2020**).

b. Viabilidad, %

Con relación a esta variable, los datos que se exponen en la tabla 4, reflejan la existencia de diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos ($p=0,0032$). Los mejores resultados se alcanzaron con T1 (96,00%) y T4 (95,01%) que comprendieron tratamientos con un tiempo de almacenamiento de 5 días y estos a su vez compartieron el mismo nivel de significancia estadística. Esta respuesta fue reduciéndose con los demás tratamientos, T7 (87,19%), T5 (87,18%), T8 (83,16%) y T6 (77,67) mismos que fueron estadísticamente similares entre sí, aún se les adjudicaba como favorables. No obstante, los resultados difirieron con T9 (tratamiento que evaluó huevos con un rango de peso entre 61-70 kg almacenados durante 13 días) registrando el menor valor de viabilidad con relación a sus similares (64,85%).

La viabilidad se ve reducida tras largos períodos de almacenamiento en respuesta a un déficit nutricional causado por una deficiencia en la disponibilidad de nutrientes a nivel de la albúmina y en la yema (**Barboza, 2012**). Con respecto a esta variable no se evidenciaron estudios similares que establezcan diferencias con las encontradas en la investigación realizada.

c. Mortalidad embrionaria tardía, %

Los valores que se registran en la tabla 4, indican la existencia de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados ($p=0,0227$). En este caso, se obtuvo mejores resultados con T1 (4,00%) debido a que este registró el valor más reducido de mortalidad embrionaria tardía, indicando una respuesta favorable al incubar huevos con pesos de 40-50 g durante 5 días de almacenamiento. No obstante, este valor fue incrementándose en el resto de los demás tratamientos, pese a que estos compartieron el mismo nivel de significancia estadística, fueron evidentes diferencias de carácter numérico. De tal forma que, estos resultados difirieron con T9, el cual

registró el valor más elevado de mortalidad embrionaria (34,07%) en relación a los demás tratamientos.

Solís y Pin (2021) en su estudio realizado obtuvieron un 5,16% de mortalidad embrionaria en huevos que fueron almacenados por 14 días, mientras que en el presente estudio se reportaron valores de mortalidad embrionaria superiores (34,17%), probablemente por una situación de manejo durante el traslado de los huevos a la nacedora. Este incremento pronunciado en la mortalidad embrionaria puede responder a que, sumado al tiempo de almacenamiento prolongado, los huevos contaron con peso superior a los 60 g, y en estos considerados como “grandes” se tiende a obtener pollos edematosos y con un nacimiento que puede llegar a ser tardado provocado por una ausencia en el intercambio gaseoso y vapor de agua (**Rodríguez y Cruz, 2017**). La mortalidad embrionaria tardía guarda relación con largos períodos de almacenamiento, provocando una reducción en la disponibilidad de la glucosa que el embrión necesita como fuente de energía para su desarrollo y mermando la capacidad que estos tienen para picar el cascarón durante la eclosión (**Reinhart y Hurnik, 1976**).

d. Peso al nacimiento, g

Los resultados expuestos en la tabla 4, muestran la presencia de diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos evaluados ($p < 0,0001$), donde T7 (42,12 g), T8 (41,52 g) y T9 (41,38 g), registraron los valores más elevados para esta variable con un mismo nivel de significancia estadística. Este valor tuvo una reducción de forma lineal conforme el peso de los huevos seleccionados para la incubación fue menor. Sin embargo, con T3 (huevos de 40-50 g almacenados por 13 días) se registró el menor peso de todos con 30,76 g en comparación con los demás tratamientos. Los resultados obtenidos en cuanto al peso del pollo al nacimiento en relación con el peso del huevo mostraron una correlación positiva entre estos, donde los huevos con el mayor peso llegaron a producir pollos grandes, estos resultados fueron diferentes a los reportados por **Abiola et al. (2008)**, quienes al incubar huevos con pesos de 57,40-69,64 g registraron una menor pérdida de peso en estos (11,24%), obteniendo de esta

manera pollitos al nacimiento con pesos de entre 50-60 g. Esta diferencia entre pesos reportadas en la investigación mencionada previamente y con los del estudio realizado se debe a que **Abiola et al., (2018)**, emplearon huevos procedentes de reproductoras pesadas y el rendimiento en el peso del pollito al nacimiento fue mayor por tratarse de pollos de engorde.

e. Aves de primera, %

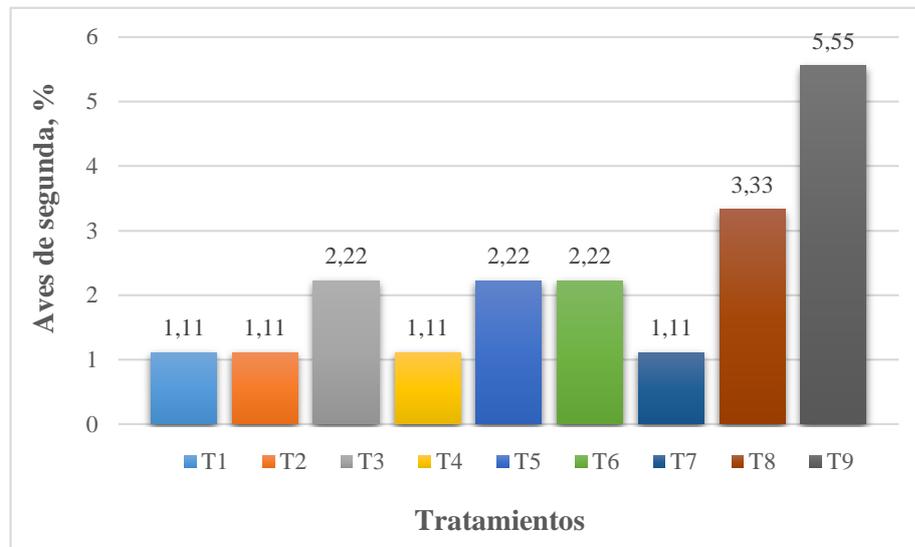
En lo que respecta a esta variable, los datos expuestos en la tabla 4, reflejan la existencia de diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos aplicados ($p=0,0050$) donde T1 (83,33%), registró el valor más elevado con relación a los demás tratamientos, aunque este a su vez compartió un mismo nivel de significancia estadística con T2 (81,11%), T4 (77,78%) y T3 (76,67%). Seguido por los demás tratamientos donde el porcentaje de aves de primera se redujo gradualmente y de manera especial en aquellas aves procedentes de huevos con tamaños de entre 61-70 g y 13 días de almacenamiento. Estos resultados difirieron de T9, siendo este el tratamiento con el valor más reducido de aves de primera (54,54%). Los datos obtenidos contrastan con los reportados por **Cárdenas (2020)** quien tras almacenar huevos procedentes de gallinas COB 500 jóvenes (35-46 semanas) en un período de 4 a 6 días obtuvo un valor de 87,63% de pollitos de primera. Esta diferencia en cuanto al porcentaje de aves de primera puede atribuirse a que en el presente estudio la edad de la reproductora (54 semanas) actuó como un factor que influyó en el desarrollo del embrión.

f. Aves de segunda, %

No se evidenciaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($p=0,4738$) evaluados (Tabla 4).

Figura 1.

Aves de segunda por tratamientos



Nota: La figura muestra el porcentaje de aves de segunda que se obtuvo de huevos con diferentes pesos y almacenados durante en distintos períodos de tiempo

En la figura 1, se aprecian diferencias de carácter numérico donde T1, T2, T4 y T7 registraron el menor valor para aves de segunda con 1,11%. Por otro lado, con T9 se apreció un notable aumento en el porcentaje de aves de segunda con el 5,55% con relación a los otros tratamientos que emplearon otros pesos y tiempos de almacenamiento. Estos resultados difieren con los reportados por **Solís y Pin (2021)**, que incubaron huevos almacenados durante 7 días a 16°C, obtuvieron un valor de 4,12% en aves de segunda y de la misma manera en huevos que fueron almacenados por 14 días a 16°C su porcentaje de aves de segunda fue de 19,84% el cual supera ampliamente al reportado en la presente investigación.

Verificación de hipótesis: El peso y el tiempo de almacenamiento influyó sobre los índices de incubación en huevos de gallina criolla (*Gallus gallus*).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los resultados de la investigación obtenida establecieron que, T1 (tratamiento que evaluó huevos de 40-50 g almacenados durante 5 días), mostró los resultados más óptimos en la mayoría de los índices de incubación: incubabilidad (84,44%), viabilidad (96,00%), mortalidad embrionaria tardía (4,00%), pollitos de primera (83,33%).
- El rango de peso en huevos para incubación con el que se obtuvo mejores resultados en cuanto a incubabilidad, viabilidad, mortalidad embrionaria tardía y pollitos de primera fue de 40 a 50 g.
- Con un período de almacenamiento de 5 días previo a la incubación de huevos se alcanzaron mejores resultados en incubabilidad, viabilidad, mortalidad embrionaria tardía y pollitos de primera.
- Por último, los índices de incubación en huevos de gallinas criollas como la incubabilidad, viabilidad, mortalidad embrionaria, pollitos de primera y segunda, presentaron mejores resultados en huevos con un peso de 40 a 50 g y almacenados durante 5 días.

4.2. Recomendaciones

- Incubar huevos de gallinas criollas (*Gallus gallus*) con pesos de 40-50 g almacenados durante un período no mayor a los 5 días, debido a que con estos se obtuvieron mejores resultados en los parámetros de incubabilidad.

- Emplear otro producto y método de desinfección en los huevos que garantice una correcta eliminación de microorganismos en la superficie de la cáscara, así como de las cubetas empleadas para el transporte de los mismos.
- Es recomendable que el tiempo de traslado de la incubadora a las nacedoras no sea superior a una hora.

BIBLIOGRAFÍA

- Abioja, M. O., Abiona, J. A., Akinjute, O. F. y Ojoawo, H. T. (2020). Effect of storage duration on egg quality, embryo mortality and hatchability in FUNAAB-α chickens. *Journal of Animal Physiology*, 105(4), 715-724. DOI: 10.1111/jpn.13480. Epub 2020 Dec 30. PMID: 33377577.
- Abiola, S. S., Meshioye, O. O., Oyerinde, B. O. y Bamgbose, M. A. (2008). Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Archivos de Zootecnia*, 57(217), 83-86. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521712.pdf>
- Alvear, V., Dávila, A. y Arrollo, F. (2022). *Bienestar animal de gallinas ponedoras y reproducción de huevos en sistemas de libre pastoreo*. Quito, Ecuador, Editorial Terranimal Ecuador.
- Andrade, V., Isuiza, L., Ramírez, A., Viamonte, M., Sánchez, J., Andrade, S., Toalombo, P. y Vargas, J. (2017). Descripción fenotípica de la gallina (*Gallus domesticus*) de traspatio del pueblo originario kichwa de sarayaku en la amazonía ecuatoriana. *Actas Iberiamericana en Conservación Animal*. 10, 263-269.
- Arias, R. D. (2011). *Influencia del tiempo de almacenamiento previo a la incubación sobre el desarrollo embrionario, incubabilidad y calidad del pollito finquero*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja] <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5382>
- Ayeni, A.O., Agbede, J.O., Igbasan, F.A., Onibi, G.E., y Adegbenro, M. (2020). Effects of storage periods and positioning during storage on hatchability and weight of the hatched chicks from different egg sizes. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 1-6. DOI: 10.1186/s42269-020-00362-4
- Barboza, R. E. (2012). *Efecto de la edad de la reproductora y almacenaje de huevo en la calidad del huevo, pollo, peso del pollo al almacenamiento y a los 42 días de edad*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-TACNA] <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/552/TG0423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Callejo, A. s.f. *Manejo del huevo fértil antes de la incubación*. http://ocw.upm.es/pluginfile.php/449/mod_label/intro/Tema_07_71_Manejo_del_huevo_fertil_antes_de_la_incubacion.pdf
- Caravaca, P., Castel, J., Guzmán, J., Delgado, M., Mena, Y., Alcalde, M., González, P. (2005). *Bases de la producción animal*. Sevilla, España. Editorial Servicio de publicaciones de la universidad de Córdoba. <https://books.google.com.ec/books?id=YQxTe3v1GqkC&pg=PA137&dq=qu>

e+es+la+incubaci%C3%B3n+de+huevos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjG6ZLTnPf8AhWGTTABHRRyAuUQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q&f=false

Cárdenas, E., Moreira, J., Vera, E. (2006). *Manejo sanitario, infraestructura técnica y alimentación en la cría de gallinas criollas (Gallus gallus) en las comunidades norte, sur y este del cantón Olmedo*. [Tesis de grado. Universidad Técnica de Manabí]

Cárdenas, J. M. (2020). *Influencia del tiempo de almacenamiento de los huevos en el nacimiento de pollos (Gallus gallus domesticus), Pacasmayo-2017*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10178/Jos%20C%C3%A1rdenas%20Calder%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cobb-Vantress, (2014). *Incubación Cobb: Guía de manejo*. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/1c6639cb0f/Cobb-Hatchery-Guide-Espanol.pdf>

CONAVE, Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. (2021). Estadísticas del Sector Avícola. <https://www.conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>

Díaz, P. V. (2014). *Incubación de huevos aptos y no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas, parroquia Madre Tierra, cantón Mera, provincia de Pastaza*. [Tesis de Grado. Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/60/1/T.AGROP.B.UEA.1029>

Durán, M. y Perucho, Y. (2014). *Caracterización fenotípica de las gallinas criollas de la provincia de Ocaña en los municipios de Cachira, Villacaro, la esperanza, El Carmen y Gonzales*. [Tesis de grado. Universidad Francisco de Paula Santander] <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/2525/25949.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Elibol, O., Brake, J. (2008) Effect of Egg Weight and Position Relative to Incubator Fan on Broiler Hatchability and Chick Quality. *Poultry Science*, 87, 1913-1918. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00014>

GAD, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Huambaló. (2019).

Gandarillas, D. (2007). Estudio del efecto, tamaño, peso del huevo sobre la incubabilidad de broilers. *Ciencia y Desarrollo*, 53-56. DOI: <https://doi.org/10.33326/26176033.2008.12.251>

García, F. y Muñoz, J. (2016). *Evaluación de la calidad del pollito de 1 día*. https://www.asav.es/wp-content/uploads/2016/06/6_Taller-2_Evaluacion-de-la-calidad-del-pollito-de-1-dia_Jorge-Munoz-y-Francisco-Javier-Garcia.pdf

- Goliomytis, M., Tsipouzian. T. y Hager, A. (2015). Effects of egg storage on hatchability, chick quality, performance and immunocompetence parameters of broiler chickens. *Poultry Science*, 94, 2257-2265. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev200>
- Hernando, A. (1990). Factores que influyen sobre el huevo incubable. Selecciones avícolas. https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1990m10v32n10/selavi_a1990m10v32n10p295.pdf
- INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). Boletín técnico: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- INHAMI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Anuario Meteorológico, 2015* Khan, M., Khan., S., Bukhsh, A. y Amin, M. (2014). The effect of storage time on egg quality and hatchability characteristics of Rhode Island Red (RIR) hens. *Veterinarsky arhiv*, 84(3), 291-303.
- Jiménez, V. (2018). *Producción de leche, huevos y animales para la vida*. Madrid, España, Editorial Síntesis.
- Khan, M., Khan, S., Bukhsh, A. y Amin, M. (2014). The effect of storage time on egg quality and hatchability characteristics of Rhode Island Red (RIR) hens. *Veterinary Archives*, 84(3), 291-303. <http://wwwi.vef.hr/vetarhiv/papers/2014-84-3-8.pdf>
- Maekawa, D., Reyna, P., Alba, M. y Gonzales, E. (2014). Comparación del sistema de incubación de etapa única vs etapa múltiple sobre los parámetros productivos de huevos de reproductoras de carne de tres edades. *Revista de Investigaciones del Perú*, 25(4), 494-503. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i4.10800>
- Maica, E. (2007). *Huevos fértiles-calidad y manejo*. <https://conave.org/wp-content/uploads/2018/07/Manejo-del-Huevo-Incubable-Elias-Maica.pdf>
- Muhammad, K., Sohail, K., Amir, B., Muhammad, A. y Muhammad J. (2013). Effect of Different Storage Period on Egg Weight, Internal Egg Quality and Hatchability Characteristics of Fayumi Eggs. *Italian Journal of Animal Science*, 12(51), 323-328. DOI: <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e51>
- Narushin, V. G. y Romanov, M. N. (2002). Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal* 58, 297-303. DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS20020023>

- Nasri, H., van den Brand, H., Najjar, T. y Bouzouaia, M. (2019). Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(1), 257-268. DOI: 10.1111/jpn.13240.
- Nasri, H., van den Brand, H., Najjar, T. y Bouzouaia, M. (2020). Interactions between egg storage duration and breeder age on selected egg quality, hatching results, and chicken quality. *Animals*, 10(10), 1-18. DOI: 10.3390/ani10101719
- Nieves, A. (2015). *Control y manejo de huevos y pollos recién nacidos en la explotación avícola (UF2171)*. Madrid, España, Editorial Vértice.
- Orozco, F. (1991) Mejora genética avícola. *Agroguías mundi-prensa*. Madrid. Ediciones mundi- prensa.
- Parco, S. (2020). *Caracterización del sistema de tenencia de la gallina criolla ecuatoriana (Gallus gallus domesticus) en la provincia de Pichincha-Cantón Rumiñahui*. [Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi] <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6711/1/PC-000883.pdf>
- Ramos, O. (2017). *Efectos del tiempo de almacenaje del huevo fértil de reproductoras COBB 500 sobre la incubabilidad en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Cajamarca] <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2959/1026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reinhart, B. S. y Hurnik, J. F. (1976). The effect of temperature and storage time during the pre-incubation period, 1: The influence of storage temperature changes on hatchability and first ten days' chick performance. *Poultry Science*, 55(5), 1632-1640. DOI: 10.3382/ps.0551632
- Revelo, H. (2015). Diversidad genética de gallinas criollas del suroccidente colombiano mediante ADN mitocondrial. [Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia]
- Reyes, L. (2019). *Influencia del tiempo de almacenamiento de huevos, en gallinas reproductoras de la línea Cobb-500, previo a la incubación, sobre los parámetros de incubabilidad*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12362/Reyes%20Ch%20c3%a1vez%20Luis%20Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ricaurte, S. (2006). *Análisis de control de calidad en incubación de huevos*. http://www.engormix.com/analisis_control_calidad_incubacion_s_articulos_860_AVG.htm.
- Ricaurte, S. L. (2005). Embriodiagnos y ovoscopia. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. *Revista Electrónica Veterinaria* 6(3), 1-25. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612812004.pdf>

- Rodríguez, J. y Cruz, A. (2017). Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en aves de corral. *Nutrición Animal Tropical* 11(1), 16-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/nat.v11i1.28295>
- Segura, J. C., Jerez, M. P., Sarmiento, L. y Santos, R. (2017). Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Archivos de Zootecnia*, 56(215), 310-317.
- Shatokhina, S. T. (1975). *Relationship of morphological traits of eggs with embryonic and post-embryonic development of different lines of laying hens*. [Tesis de Grado. Universidad Agrícola de Kuban].
- Solano, C. (2016). *Manejo de huevos fértiles para la incubación*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/108-Manejo_huevos.pdf
- Solís, R. T. y Pin, D. L. (2021). *Efecto de períodos de almacenamiento y temperatura en la incubabilidad de huevos fértiles COBB 500 en la UDIV Planta de incubación ESPAM-MFL*. [Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López] <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1613/TTMV30D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tovar, J., Narváez, W. y Aguledo, L. (2015). Tipificación de la gallina criolla en los agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la selva de Florencia (Caldas). *Revista Luna Azul*, (41), 57-72.

ANEXOS

Anexo 1. Lote de gallinas reproductoras criollas utilizadas en el estudio



Gallinas reproductoras de 54 semanas de edad



Gallinas reproductoras distribuidas en jaulas (10 gallinas:1 gallo)

Anexo 2. Recolección de huevos de gallinas criollas



Recolección de huevos en la mañana

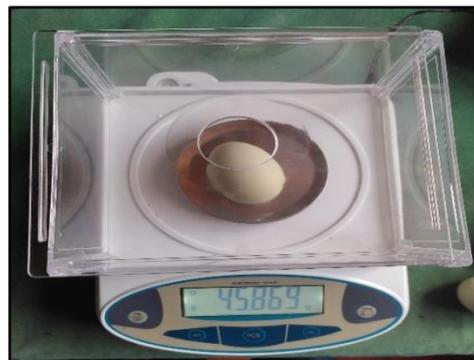


Recolección de huevos en la tarde

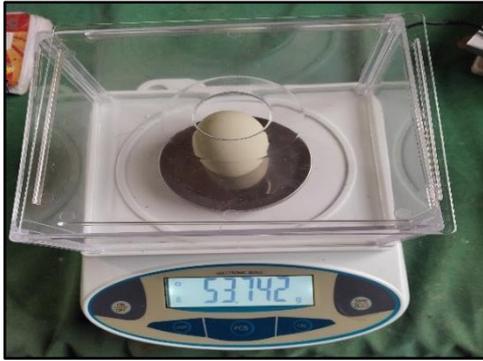
Anexo 3. Selección de huevos para el almacenamiento



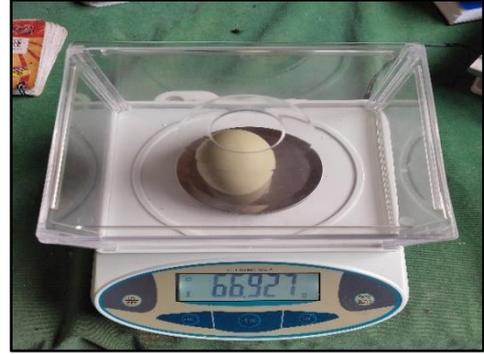
Pesaje de los huevos



Selección de huevos con pesos de 40-50 gramos



Selección de huevos con pesos de 51-60 gramos



Selección de huevos con pesos de 61-70 gramos

Anexo 4. Desinfección y almacenamiento de los huevos



Desinfección de los huevos mediante termonebulización



Huevos desinfectados y almacenados por tratamientos

Anexo 5. Distribución de los huevos por tratamientos y traslado a máquina incubadora.



Huevos distribuidos por tratamientos para su incubación



Huevos colocados en la máquina incubadora

Anexo 6. Ovoscopia y traslado de los huevos a la nacedora.



Ovoscopia en huevos incubados por 18 días (huevo infértil)



Ovoscopia en huevos incubados por 18 días (huevo con desarrollo embrionario)



Huevos separados por tratamientos para su traslado a la nacedora

Anexo 7. Diagnóstico de muerte embrionaria temprana.

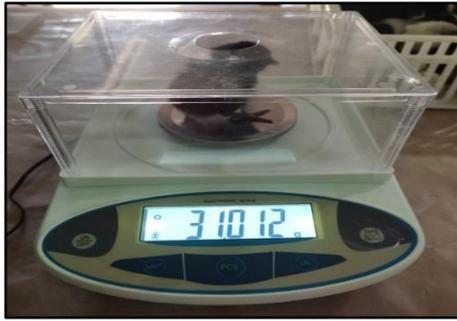


Diagnóstico de infertilidad en huevos incubados



Diagnóstico de mortalidad embrionaria temprana en huevos incubados

Anexo 8. Resultados obtenidos al término de la incubación artificial



Peso de los pollos al nacimiento



Pollitos de primera



Pollitos de segundo



Diagnóstico de mortalidad embrionaria tardía



Inspección del ombligo en el pollito



Inspección de la cloaca en el pollito

Anexo 9. Análisis de varianza del porcentaje de incubabilidad de los tratamientos evaluados

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
INCUBABILIDAD	27	0,66	0,45	9,34

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1512,73	10	151,27	3,09	0,0218
BLOQUES	134,22	2	67,11	1,37	0,2826
TRATAMIENTOS	1378,52	8	172,31	3,51	0,0155
Error	784,37	16	49,02		
Total	2297,11	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33742

Error: 49,0234 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T1	84,44	3	4,04	A	
T2	82,22	3	4,04	A	
T3	78,89	3	4,04	A	B
T4	78,89	3	4,04	A	B
T5	75,56	3	4,04	A	B
T7	75,55	3	4,04	A	B
T6	70,00	3	4,04	A	B
T8	68,89	3	4,04	A	B
T9	60,00	3	4,04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10. Análisis de varianza del porcentaje de viabilidad de los tratamientos evaluados

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VIABILIDAD	27	0,72	0,54	8,98

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2436,32	10	243,63	4,07	0,0063
BLOQUES	66,70	2	33,35	0,56	0,5838
TRATAMIENTOS	2369,62	8	296,20	4,94	0,0032
Error	958,51	16	59,91		
Total	3394,83	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,48191

Error: 59,9070 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	96,00	3	4,47	A
T4	95,01	3	4,47	A
T3	93,30	3	4,47	A
T2	91,30	3	4,47	A
T7	87,19	3	4,47	A B
T5	87,18	3	4,47	A B
T8	83,16	3	4,47	A B
T6	77,67	3	4,47	A B
T9	64,85	3	4,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 11. Análisis de varianza del porcentaje mortalidad embrionaria tard de los tratamientos evaluados

Variable	N	R²	R² Aj	CV
MORTALIDAD EMB. TARDÍA	27	0,64	0,42	6,78

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,54	10	0,05	2,86	0,0299
BLOQUES	0,06	2	0,03	1,47	0,2594
TRATAMIENTOS	0,48	8	0,06	3,20	0,0227
Error	0,30	16	0,02		
Total	0,84	26			

Test: Tukey **Alfa**=0,05 **DMS**=22,23363

Error: 60,3974 **gl:** 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T1	4,00	3	0,08	A	
T4	4,99	3	0,08	A	B
T2	6,37	3	0,08	A	B
T3	6,70	3	0,08	A	B
T5	9,29	3	0,08	A	B
T7	11,54	3	0,08	A	B
T8	15,81	3	0,08	A	B
T6	20,30	3	0,08	A	B
T9	34,07	3	0,08		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12. Análisis de varianza del peso al nacimiento de los tratamientos evaluados

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Peso Nacimiento	27	0,98	0,97	2,15

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	459,69	10	45,97	75,93	<0,0001
BLOQUES	0,24	2	0,12	0,20	0,8197
TRATAMIENTOS	459,44	8	57,43	94,86	<0,0001
Error	9,69	16	0,61		
Total	469,37	26			

Test: Tukey **Alfa**=0,05 **DMS**=2,260100

Error: 0,6054 **gl:** 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
T7	42,12	3	0,45	A			
T8	41,52	3	0,45	A			
T9	41,38	3	0,45	A			
T6	35,54	3	0,45		B		
T4	35,48	3	0,45		B		
T5	33,70	3	0,45		B	C	
T2	33,20	3	0,45			C	
T1	32,05	3	0,45			C	D
T3	30,76	3	0,45				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13. Análisis de varianza de porcentajes aves de primera de los tratamientos evaluados

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aves de primera	27	0,71	0,53	10,26

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2177,53	10	217,75	3,89	0,0079
TRATAMIENTOS	1859,11	8	232,39	4,15	0,0075
BLOQUES	318,42	2	159,21	2,84	0,0879
Error	896,54	16	56,03		
Total	3074,07	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,74300

Error: 56,0338 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T1	83,33	3	4,32	A	
T2	81,11	3	4,32	A	
T4	77,78	3	4,32	A	
T3	76,67	3	4,32	A	
T7	74,44	3	4,32	A	B
T5	73,34	3	4,32	A	B
T6	67,78	3	4,32	A	B
T8	65,56	3	4,32	A	B
T9	54,45	3	4,32		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 14. Análisis de varianza de porcentajes aves de segunda de los tratamientos evaluados

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aves de segunda	27	0,51	0,21	8,53

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,39	10	0,04	1,69	0,1680
BLOQUES	0,21	2	0,10	4,47	0,0288
TRATAMIENTOS	0,19	8	0,02	1,00	0,4738
Error	0,37	16	0,02		
Total	0,76	26			