UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD, LA TASA DE ECLOSIÓN Y LA VIABILIDAD EMBRIONARIA MEDIANTE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GALLINAS CRIOLLAS CON SEMEN DE POLLOS GIGANTES ***(Gallus gallus)***

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autor:

Víctor Alejandro Usca Montesdeoca

Tutor:

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc.

Guaranda- Ecuador

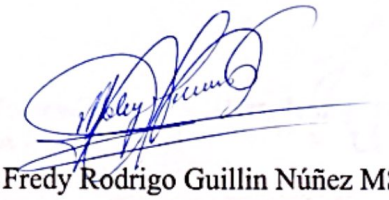
2026

EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD, LA TASA DE ECLOSIÓN Y LA VIABILIDAD EMBRIONARIA MEDIANTE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GALLINAS CRIOLLAS CON SEMEN DE POLLOS GIGANTES *(Gallus gallus)*

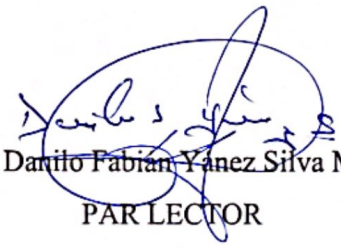
REVISADO Y APROBADO POR:



Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc.
TUTORA



Dr. Fredy Rodrigo Guillin Núñez MSc.
PAR LECTOR



Dr. Danilo Fabián Yánez Silva MSc.
PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Víctor Alejandro Usca Montesdeoca, con CI. 0606019404 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Víctor Alejandro Usca Montesdeoca
CI. 0606019404
AUTOR

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira
CI. 0201454469
TUTORA

NOTARIA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

rio...

N° ESCRITURA 20260201003P01385

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: **USCA MONTESDEOCA VICTOR ALEJANDRO**

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006- 000009378

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día trece de Mayo del dos mil veintiséis, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda,** comparece: **USCA MONTESDEOCA VICTOR ALEJANDRO**, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en la ciudad de Riobamba de la provincia de Chimborazo y de paso por este lugar, con celular número (0993725606), su correo electrónico es 1.7.3.alejandro@gmail.com por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; y en cumplimiento de la Ley Notarial, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (**LOPDP**) y su Reglamento General (**RLOPDP**), los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por el compareciente al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposaran además en los libros de la Notaria Tercera del cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial, bien instruido por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, con el tema: **"EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD, LA TASA DE ECLOSIÓN Y LA VIABILIDAD EMBRIONARIA MEDIANTE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GALLINAS CRIOLLAS CON SEMEN DE POLLOS GIGANTES (*Gallus gallus*)",** Es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor, previo a la obtención del título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquel se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

USCA MONTESDEOCA VICTOR ALEJANDRO

C.C. 0606019404

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

NOTARÍA TERCERA
GUARANDA - ECUADOR

Informe de análisis
Compilatio Magister+ | UNACH-ECU

EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD, LA TASA DE ECLOSIÓN Y LA VIABILIDAD EMBRIONARIA MEDIANTE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GALLINAS CRIOLLAS CON SEMEN DE POLLOS GIGANTES

ID : fab3600195d4c9511438d3a13901ed627a894dce

5%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : Tesis Victor Usca revision.txt
Tamaño del archivo original : 2,6 MB
Número de palabras : 8962
Número de caracteres : 60050

Depositante : Nancy Isabel Usca Pinduisaca
Fecha de depósito : 14 de mayo de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 14 de mayo de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes **4%**

Sintáctica 4% Semántica *No medido*

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA **<1%**

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos **3%**

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas **0%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc.
TUTORA

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, por ser el pilar incansable en cada etapa de mi vida y crecimiento. De manera especial, a mis padres, Víctor Usca y Rosa Montesdeoca, a quienes expreso mi más profundo agradecimiento por su apoyo incondicional, por impulsarme a seguir adelante en cada meta que me propongo y por brindarme, dentro de sus posibilidades, todo lo necesario para avanzar. Gran parte de este logro es gracias a ustedes, y me siento profundamente agradecido con la vida por haberme dado unos padres como ustedes.

A mis tíos, por su compañía y palabras de aliento en los momentos en que más lo necesité, y a mi querida abuelita Rosita, por ser un pilar desde mis primeros años, brindándome apoyo emocional y la fortaleza necesaria para continuar, desempeñando un papel esencial en la culminación de este logro.

A mis hermanos, Andrés, Gaby y Danilo, por su respaldo incondicional, por creer en mí y por acompañarme en cada dificultad.

A Jeidy Belén, mi compañera de vida, por ser mi apoyo constante y mi fortaleza, especialmente en los momentos más difíciles. Gracias por impulsarme a superar obstáculos y por caminar siempre a mi lado; así como hemos construido este logro, mi mayor anhelo es seguir construyendo juntos nuestro futuro.

A mis amigos Gaby, Emilio y Daniel, con quienes compartí momentos de desafío y superación, creando recuerdos que atesoraré siempre.

Víctor Alejandro Usca Montesdeoca

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi agradecimiento a Dios por brindarme salud, sabiduría y fortaleza, permitiéndome culminar esta importante meta, así como por sus bendiciones a lo largo de este proceso.

De igual manera, agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar por haberme acogido como un espacio de formación integral, y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por proporcionarme los conocimientos y las herramientas necesarias en mi formación dentro de la carrera de Medicina Veterinaria.

Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento a la Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira, por su guía, dedicación y acompañamiento constante durante el desarrollo de este trabajo. De igual forma, agradezco a los docentes Dr. Freddy Rodrigo Guillin Núñez y Dr. Danilo Fabián Yánez Silva, por sus valiosos aportes, observaciones y respaldo académico, los cuales contribuyeron de manera significativa a la culminación de este proyecto.

Víctor Alejandro Usca Montesdeoca

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág
CAPÍTULO I.	13
1.1. INTRODUCCIÓN	13
1.2. PROBLEMA	16
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.4. Objetivos Específicos	17
1.5. HIPÓTESIS	18
CAPÍTULO II	19
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.1.2. Taxonomía	19
2.1.3. Origen de la gallina criolla doméstica	20
2.1.4. Inseminación Artificial en Aves	20
2.1.5. Pollos Gigantes y su Uso en Inseminación Artificial	21
2.1.6. Eventos clave en el desarrollo embrionario en aves	21
2.1.7. Fisiología reproductiva del macho avícola	22
2.1.8. Fisiología reproductiva de la hembra avícola	23
2.2. Estimulación Cloacal en el Macho	24
2.2.1. Introducción del semen al aparato reproductor de la hembra	24
2.2.2. Ovario y oviducto en la gallina adulta	25
2.2.3. Efectos de la Inseminación Artificial en la Salud Reproductiva de las Aves	26
2.2.4. Impacto en la Productividad	27

2.3.1. Fisiología de la incubación 28

2.3.2. Factores clave de la incubación 28

CAPÍTULO III 30

3. MARCO METODOLÓGICO 30

3.1. Ubicación de la investigación 30

3.2. METODOLOGÍA 31

CAPÍTULO IV 36

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 36

4.1. Interpretación de resultados 36

4.2. Comprobación de hipótesis 43

CAPÍTULO V 44

5.1. CONCLUSIONES 44

5.2. RECOMENDACIONES 45

BIBLIOGRAFÍA 46

ANEXOS 49

ÍNDICE DE TABLAS

N°	DETALLE	.
1	Taxonomía	
2	Eventos clave en el desarrollo embrionario en aves	
3	Fertilidad	
4	Tasa de Eclosión	
5	Mortalidad	
6	Viabilidad	

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	DETALLE
1	Fertilidad
2	Tasa de Eclosión
3	Mortalidad
4	Viabilidad

INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO

1. Mapa de ubicación de la investigación

2. Croquis del ensayo

3. Base de datos

4. Fotografías

5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La efectividad de la reproducción se evalúa apoyándose en índices como son la fertilidad, la incubabilidad o la viabilidad de los embriones; esa fue una de las conclusiones que se infiere, al comprobar que, la inseminación artificial, es una estrategia que tiene una utilidad comprobable en el sentido de, puede mejorar el rendimiento reproductivo; aunque la fertilización no garantiza en modo alguno la obtención de un éxito biológico, sino que de la misma manera que en los seres humanos, el buen desarrollo embrionario juega un papel decisivo en el buen resultado de la reproducción.

En gallinas criollas tras someterlas a un protocolo de inseminación artificial mediante la utilización de semen de gallos gigantes. Se compararon aves de diferentes niveles de rendimiento productivo, de forma que se determinaron variables como: la fecundidad, la tasa de nacimiento y sus porcentajes de mortalidad embrionaria. La tasa de eclosión, así como la supervivencia fueron bajas a causa de tener una alta concentración de pérdida durante el primer tercio de la incubación, lo que hace suponer que la fertilización sí es exitosa, pero el éxito en la producción avícola desde el comienzo de la incubación depende de los cuidados y control de las variables ambientales.

Palabras clave: Inseminación artificial, fertilidad, eclosión, viabilidad embrionaria, mortalidad embrionaria, incubación.

SUMMARY

The purpose of this study was to analyze fertility, hatchability, and embryonic viability in native hens following an artificial insemination protocol using semen from giant roosters. Birds with different levels of productive performance (high and low) were compared to determine variables such as fertility, hatch rate, and embryonic mortality rates (early, mid, and late). The analyzed results provide relevant information for achieving high fertilization rates through artificial insemination in any study group, as the response is consistent. However, the hatch rate and survival were low due to a high rate of loss during the first third of incubation, leading us to conclude that fertilization is indeed successful, but success in poultry production from the start of incubation depends on the care and control of environmental variables.

Keywords: Artificial insemination, fertility, hatching, embryo viability, embryo mortality, incubation.

CAPÍTULO I.

1.1. INTRODUCCIÓN

En términos técnicos, la avicultura es la actividad que se lleva a cabo en todo lo que concierne a la gestión, la producción y la explotación comercial de las aves. En las últimas décadas y debido a la demanda de carne y huevos de aves, lo que en su origen era una mera "actividad subsidiaria" de la agricultura ha pasado a ser un eslabón clave de la producción de alimento en el ámbito de la seguridad alimentaria mundial. En el ámbito de las producciones pecuarias, la avicultura es, sin duda, la que presenta el mayor nivel de intensificación, no solo porque la avicultura se ha adaptado a las tecnologías más avanzadas, sino que también ocupa el nivel de producción zootécnica más alto y se lleva a cabo con unos niveles de exigencia muy intensos.

En el plano internacional, la avicultura se respalda en una producción avícola en marcha y por el crecimiento de la industrialización, no solo por la demografía, el crecimiento del nivel adquisitivo, sino que también se inicia asimétricamente con la urbanización. En este caso, las mejoras en biotecnología reproductiva han aportado razas avícolas muy especializadas y muy productivas, que requieren de una gestión técnica y especializada como vínculo perfecto entre esas altas producciones y la conservación de los recursos genéticos y el bienestar animal. **(FAO, 2025)**

La producción de pollos gigantes (*Gallus gallus*), destinada a la obtención de ejemplares de alto valor genético, ha experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo, desde sus inicios como una práctica enfocada en la selección

genética, hasta la actualidad, este sector se ha caracterizado por la implementación de estrategias innovadoras para mejorar la eficiencia reproductiva, la calidad del plumaje e uniformidad con respecto a la altura.

Uno de los cambios más notables en cómo se lleva la reproducción en aves fue la inseminación artificial. Esta práctica salió de la medicina veterinaria y al principio se probó en la ganadería, donde funcionó bastante bien. Después, cuando se empezó a usar en avicultura, los resultados en fertilidad empezaron a subir.

Hoy, se ha convertido en una herramienta muy usada para bajar los problemas que traen ciertos fallos físicos de la monta natural. Y eso importa sobre todo en razas grandes como los pollos gigantes: el dimorfismo y el sobrepeso pueden terminar afectando cómo de efectivo es el proceso biológico. La inseminación artificial representa una oportunidad para mejorar la eficiencia productiva, garantizar una mayor uniformidad en la descendencia.

Dentro de este marco, se hace crucial reflexionar sobre la circunstancia que la prosperidad reproductiva aviar no recae meramente en la implementación de la inseminación artificial, más en el entrelazamiento de variados componentes, incluyendo la calidad seminal, el estado fisiológico de la hembra, frecuencia de inseminación, y, de manera sobre todo importante, el ambiente propicio para la incubación. Circunstancias tal cual, como temperatura, la humedad relativa, el intercambio gaseoso y el manejo de los huevos, repercuten directamente en el desarrollo embrionario, teniendo la posibilidad de determinar la tasa de eclosión y la viabilidad final de los pollitos. Asimismo, en sistemas que involucran el uso de gallinas criollas, se deben considerar aspectos de variabilidad genética y adaptación

al medio, los cuales pueden influir en la respuesta reproductiva frente a cruzamientos con líneas de alto valor genético. Por ello, la evaluación integral de estos factores resulta esencial para interpretar los resultados obtenidos y establecer estrategias que permitan optimizar tanto el rendimiento reproductivo como la sostenibilidad del sistema productivo.

1.2. PROBLEMA

En la producción avícola, la eficiencia reproductiva es clave para la rentabilidad y sostenibilidad del sistema. Pero, en el caso de los pollos gigantes, su gran tamaño y peso pueden dificultar la monta natural, lo que reduce la fertilidad y la producción de huevos fértiles, limitando el aprovechamiento del potencial genético de estos ejemplares.

La inseminación artificial se presente como una alternativa prometedora en varios sistemas de producción, ya que permite un mayor control biológico y mejora la fertilización sin afectar el bienestar de las aves. Al no ser empleada en pequeños sistemas desconocemos la adaptación de esta técnica, es por ello que se vuelve necesario evaluar cómo influye en otros aspectos importantes, como la tasa de eclosión y su viabilidad dentro del sistema productivo.

Sumado a eso, el "éxito reproductivo" no depende únicamente de concretar la fecundación, la calidad del semen, el manejo de las gallinas, la frecuencia de inseminación, y especialmente, las condiciones de incubación (temperatura, humedad y ventilación) son parámetros esenciales durante todo este proceso, pueden marcar la diferencia en la supervivencia embrionaria, y, por lo tanto, la tasa de eclosión.

Al trabajar con gallinas criollas, también se debe considerar su variabilidad genética y su capacidad de adaptación, ya que estos aspectos pueden influir en la respuesta reproductiva al cruzarse con líneas de mayor tamaño. Así que, analizar todos estos factores en conjunto permite entender mejor los resultados y plantear estrategias más efectivas para mejorar la eficiencia reproductiva en este tipo de sistemas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la fertilidad, la tasa de eclosión y la viabilidad embrionaria mediante inseminación artificial en gallinas criollas con semen de pollos gigantes (Gallus Gallus).

1.4. Objetivos Específicos

Determinar la tasa de fertilidad de los huevos obtenidos a partir de gallinas criollas inseminadas artificialmente con semen de gallos gigantes.

Analizar cómo varía la tasa de eclosión de los huevos fértiles entre los grupos de alto y bajo rendimiento durante el periodo de experimentación.

Examinar la viabilidad embrionaria durante el proceso de incubación implica caracterizar cómo se presenta la mortalidad en las etapas temprana, media y tardía.

1.5. HIPÓTESIS

1.6. Hipótesis nula (H_0):

No hay diferencias significativas en la fertilidad, la tasa de eclosión y/o la viabilidad embrionaria entre gallinas criollas de alto y bajo rendimiento que han sido inseminadas artificialmente con semen de gallos gigantes.

1.7. Hipótesis alterna (H_1):

Sí existen diferencias significativas en la fertilidad, la tasa de eclosión y/o la viabilidad embrionaria entre gallinas criollas de alto y bajo rendimiento inseminadas artificialmente con semen de gallos gigantes.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO.

2.1.1. *Gallus gallus*

Gallus gallus domesticus, comúnmente conocida como la gallina doméstica, es una subespecie derivada del **Gallus gallus**, el ancestro silvestre de todas las variedades domésticas actuales, la domesticación de estas aves ha permitido su adaptación a diversos sistemas de producción, tanto para la obtención de carne como de huevos destinados al consumo humano, su importancia radica en su abundancia y en su papel fundamental como fuente de proteína animal **(López Trejos y Muñoz Parra, 2023)**

A lo largo de la historia, la selección genética ha dado lugar a distintas líneas con características productivas específicas, optimizando parámetros como la eficiencia alimenticia, la fertilidad y la resistencia a enfermedades, estas mejoras han sido esenciales para satisfacer la creciente demanda de productos avícolas en el mercado global. **(López Trejos & Muñoz Parra, 2023)**

2.1.2. Taxonomía

Para **(Toalombo Vargas, 2020)** la taxonomía de estas aves es la siguiente:

Nombre común	Gallina doméstica
Nombre científico	*Gallus gallus domesticus*
Reino	Animal
Clase	Aves
Orden	Galliformes
Suborden	Galloidea
Familia	*Phasianidae*
Género	*Gallus*
Especie	*Gallus gallus*
Filo	*Chordata*

Fuente: *Universidad de Córdoba (ESP) (2020)*

2.1.3. Origen de la gallina criolla doméstica

El principio prehistórico de la gallina se dio hace 120 millones de años cuando surgieron los dinosaurios, el Sinosauriupteryx fue el primer eslabón dentro de esta evolución de los dinosaurios hasta que apareció el Archeaopteryx, al que se le considera la transición final de los reptiles a aves el cual ya contaba con plumas y hacia vuelos rudimentarios, esta evolución tardo 70 millones de años, el origen de la gallina doméstica (Gallus gallus domesticus) deriva del Gallus bankiva, del sudeste de Asia, donde se han ido desarrollando las razas y estirpes existentes en la actualidad.**(Toalombo Vargas, 2020)**

Los conquistadores fueron quienes ingresaron estas gallinas al continente americano hace más de 500 años, a partir del cual se ha practicado la avicultura de traspatio, de campo o avicultura doméstica. Los trabajos científicos indican que estas aves al cruzarse entre sí producen descendencia fértil, por lo que, al no tener restos fósiles de esas aves debido a su fácil desintegración en la tierra, es factible suponer que nuestros antepasados domesticaron a las cuatro estirpes mencionadas con anterioridad y que los cruzamientos entre estas dieron origen a un pool básico que daría origen a las gallinas domesticas actuales.

2.1.4. Inseminación Artificial en Aves

López Trejos & Muñoz Parra, (2023) afirman que la inseminación artificial (IA) es una técnica reproductiva en cuyo método es ampliamente utilizado en la industria avícola debido a sus múltiples beneficios, entre los cuales se destacan el mejor control genético y la mejora de las tasas de fertilización.

En la avicultura, la inseminación artificial permite maximizar el uso de los mejores sementales y evitar problemas derivados de la monta natural, como el tamaño

desproporcionado entre machos y hembras en ciertas razas. Este proceso tiene una importancia significativa en el manejo de razas con características genéticas específicas, especialmente en aquellos casos en los que la monta natural es difícil o inapropiada debido a las diferencias de tamaño entre el macho y la hembra, como es el caso de los pollos gigantes.

2.1.5. Pollos Gigantes y su Uso en Inseminación Artificial

Los pollos gigantes se caracterizan por su gran tamaño corporal y su potente constitución; sin embargo, estas mismas características pueden ser una complicación en la reproducción natural. La diferencia puede llevar a una dificultad en la monta, pudiendo llegar a impedir la cópula adecuadamente.

Con esta dificultad, la inseminación artificial se presenta como una alternativa viable y eficiente. Permite la introducción del semen de una manera controlada, evitando la propia dificultad de la monta natural, además de facilitar un mejor manejo de la reproducción, mejorando los resultados en cuanto a fertilidad y asegurando la continuidad de la reproducción de estas aves en condiciones controladas.

2.1.6. Eventos clave en el desarrollo embrionario en aves

DÍA	EVENTOS CLAVE
1–3	Formación inicial: sistema nervioso, corazón, ojos, amnios y esbozos de extremidades.
4–7	Diferenciación de órganos: corazón funcional, rostro definido, inicio de plumas y movimientos.
16–18	Absorción del saco vitelino, posición final del embrión.
19–21	Preparación y salida del cascarón: rompimiento de cámara de aire, vocalización y eclosión.

Tabla: *Eventos clave en el desarrollo embrionario en aves* ***Fuente:*** (*Desarrollo embrionario en aves domésticas - BM Editores*, 2020)

2.1.7. Fisiología reproductiva del macho avícola

La anatomía reproductiva del gallo es la que se ha especializado en la producción del semen y en su posterior transferencia hacia el aparato reproductor de la hembra en el momento de copular. La primera de sus características da cuenta de que los machos no presentan órganos reproductivos externos evidentes, como el pene en el caso de los mamíferos, y que los machos avícolas presentan 2 testículos internos, los cuales se encuentran ubicados en el interior de la cavidad abdominal. La función de estos testículos es la producción de espermatozoides, mientras que la salida del semen tiene lugar por la cloaca, estructura común al sistema digestivo y al aparato reproductor **(Assersohn, 2021).**

Para **Santiago-Moreno y Blesbois, (2020)**, los testículos aviares producen espermatozoides, pero también producen hormonas sexuales y la más importante de todas es la testosterona, ya que es la principal responsable del desarrollo y mantenimiento de las características sexuales secundarias que se ponen de manifiesto, como la cresta o el comportamiento de cortejo. El volumen testicular está asociado a la producción de semen.

Normalmente, los machos avícolas alcanzan entre 0,1 y 0,2 ml de semen por cada eyaculación, aunque este volumen puede ser mayor o menor dependiendo de la edad de los animales, su alimentación, su estado sanitario y de la raza a la que pertenecen **(Abioja et al., 2023)**. Este semen eyaculado, rico en millones de espermatozoides, va a ser suficiente para la fecundación de varias hembras en una única eyaculación. En el caso de los machos de esta especie, y en especial en esta estirpe como lo son los gallos gigantes, se puede alcanzar un volumen eyaculatorio mayor; sin embargo, esto no quiere decir que necesariamente sea un semen más eficiente, la calidad del

semen y la capacidad de los espermatozoides para fecundar son determinantes del éxito reproductivo.

La colecta de semen para inseminación artificial se da a través de la técnica del masaje cloacal que simula la estimulación que es produce al momento de la monta natural, esto requiere un adiestramiento previo.

Realizada adecuadamente esta técnica permite la recolección de muestras seminales de buena calidad con gran concentración de espermatozoides viables **(Abioja et al., 2023).**

2.1.8. Fisiología reproductiva de la hembra avícola

La anatomía reproductiva de la hembra avícola resulta profundamente especializada en la manufactura de óvulos y su eventual fertilización. Conformado por un ovario y un oviducto; sin embargo, a diferencia de los mamíferos, las aves suelen tener solo un ovario que funciona, mayormente el izquierdo, mientras que el derecho no tiene desarrollo. El ovario que funciona es el que produce los óvulos o yemas, los cuales se liberan cuando ovula, algo que menciona **(López Trejos y Muñoz Parra, 2023).**

La reproducción, es donde inicia con los óvulos volviéndose maduros en el ovario. Luego de estar maduros, el oviducto los recoge, lugar en donde se forman las partes del huevo. La ovulación viene dictada por señales hormonales, especialmente la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH), que organizan la salida del óvulo. El oviducto, que tiene partes como infundíbulo, magnum, istmo, útero y vagina, tiene propósitos concretos, entre ellos, la fertilización del óvulo, la formación de la clara de huevo y el desarrollo de la cáscara **(Brady et al., 2022)**. Respecto a la fertilización las gallinas hembras tienen la habilidad de guardar

espermatozoides en lugares específicos de su sistema reproductor, ellos permanecen bien por bastante tiempo. Este hecho permite que los huevos salgan con pollito vivo por muchos días o semanas, tras solo una vez, el huevo, al estar fecundado comienza su crecimiento, dentro, pasando por un tiempo de espera que para las gallinas normal mente dura casi 3 semanas, y ahí es cuando nace el pollito.

2.2. Estimulación Cloacal en el Macho

La estimulación cloacal es un método utilizado para recolectar semen en machos avícolas sin necesidad de que haya cópula, el macho es sostenido en una posición adecuada, generalmente con las patas sujetas para evitar movimientos involuntarios, y se le realiza una presión suave sobre el abdomen y la región cloacal para provocar la eyaculación, el procedimiento es rápido y no invasivo, y permite obtener el semen de forma higiénica.

En este procedimiento, la cloaca del macho se emplea como canal para recoger el semen; la cloaca es una cámara común para los aparatos digestivo, urinario y reproductor; en machos de aves, el semen se expulsa directamente dentro de la cloaca, y se junta con precisión para evitar contaminaciones empleando un contenedor estéril o una jeringa de inseminación. Típicamente, se consigue un volumen reducido de semen (0. 1-0. 2 ml), adecuado para fecundar varias hembras, puesto que el semen incluye millares de espermatozoides aptos. **(López Trejos y Muñoz Parra, 2023)**

2.2.1. Introducción del semen al aparato reproductor de la hembra

Después de que el semen de un macho es colectado, se tiene que poner en el aparato reproductive de la hembra para que haya fertilización. En la inseminación artificial, el semen es puesto en la cloaca usando un jeringa o un catéter especial, así se

transfiere directo y controlado al oviducto **(Hlokoe et al., 2022)**. Visto desde la biotecnología, este método es una herramienta importante en la reproducción de aves, por que ayuda a mejorar la producción, la calidad, y la variedad de genes en los grupos, además de que hace más fácil guardar especies de interés **(Bajaña, 2023)**.

El proceso comienza con agarrar bien a la hembra, colocándola en un sitio bueno y seguro, usualmente de lado o un poco inclinada, para que el area de la cloaca este accesible para ponerle el semen, y despues este viaja por todo el sistema reproductor. Dentro del aparato reproductivo, los espermatozoides se mueven a donde se puede fertilizar en el oviducto, el lugar donde está el huevo listo. Una particularidad ventajosa de la inseminación artificial en aves recae en la facultad de las hembras de guardar espermatozoides en recintos especializados de sus oviductos, manteniéndolos viables por días o aun semanas, haciendo la fecundación posible justo al momento de ovulación **(Rodrigo A. Espinosa, 2025)**. En concreto, la zona del infundíbulo, la cual se halla próxima al ovario, constituye el lugar preciso donde se produce la fecundación. Esta habilidad de guardado y persistente viabilidad espermática faculta a las aves para la producción de huevos fertilizados, eliminando la requerimiento de una inseminación continua en cada periodo ovulatorio **(Mohan et al., 2020)**.

2.2.2. Ovario y oviducto en la gallina adulta

El ovario izquierdo se sitúa en la cavidad abdominal izquierda, es sujeto por el ligamento mesoovárico, anatómicamente posee forma de racimo debido a la presencia de varios folículos, más de 4000 óvulos microscópicos, de los cuales solo un número reducido se desarrollará y formará la yema, como señala **Gairal, (2020).**

El ovario de la gallina presenta una alta irrigación sanguínea y una importante inervación, lo que favorece su función reproductiva. La sangre fluye principalmente de la arteria renal anterior, y la sangre regresa por las venas ováricas que llegan a la vena cava superior.

Por su parte, el oviducto es una estructura tubular rosada o pálida que va del ovario a la cloaca, sostenida por ligamentos dorsales y ventrales. Conforme a **(Gairal, 2020)** este órgano se compone de varias secciones útiles que hacen labores particulares al formarse el huevo. El infundíbulo, con forma de embudo invertido y paredes delgadas, es el sitio donde la yema o vitelo es capturado tras la ovulación. Luego, el magnum es el segmento de mayor longitud, cuenta con abundantes pliegues y una gran cantidad de células y glándulas secretoras responsables de la formación de la clara o albumen. El istmo, con un diámetro menor y pliegues menos acentuados, es donde se forman las membranas proteicas que protegen el contenido del huevo, especialmente la membrana testácea interna. Eso sí, el istmo es clave en la protección del huevo.

El útero, también denominado glándula de la cáscara, posee un gran diámetro y paredes musculares gruesas con numerosos pliegues, siendo el lugar donde se deposita el calcio que dará origen a la cáscara. Finalmente, la vagina conecta el útero con la cloaca, presenta una pared interna con pliegues longitudinales y carece de glándulas secretoras. En esta región se forma la cutícula, la cual actúa como barrera protectora frente al ingreso de microorganismos.

2.2.3. Efectos de la Inseminación Artificial en la Salud Reproductiva de las Aves

Uno de los mayores hitos de la producción avícola de las últimas décadas es el uso

de la inseminación artificial como principal herramienta de la gestión reproductiva de las aves. A pesar de que esta técnica surgió en el campo de la reproducción animal y fue implementada por primera vez para la industria ganadera, ha demostrado su efectividad en el sector avícola. La inseminación artificial ha permitido optimizar el procedimiento de reproducción, lo que ha ayudado a la mejora genética, a la conservación de la biodiversidad y, encima de todo, a mejorar la eficiencia productiva. En este sentido, **(Brady et al., 2022)** informan que la biotecnología aplicada a la reproducción aviar no produce efectos adversos sobre el bienestar animal, siempre que se lleve a cabo bajo condiciones adecuadas de manejo.

2.2.4. Impacto en la Productividad

La inseminación artificial no se limita a influir en la fertilidad, sino que, adicionalmente, alcanza el desempeño reproductivo de las aves. En este contexto, **(Bajaña, 2023)**

considera que, el poder ejercer un control sobre la elección de un semen puede favorecer que se transmitan las características genéticas deseadas, de manera que se logran mejorar los parámetros reproductivos. Igualmente, dicha técnica contribuye a optimizar el rendimiento a partir de la selección de los reproductores con atributos deseados, como la calidad del huevo, por poner una característica concreta. De acuerdo a **Reis et al. (2020),** su aplicación ha favorecido un incremento de la eficiencia reproductiva en sistemas avícolas, gracias a la posibilidad de elegir aquellos individuos que tienen mejores características.

A su vez, la inseminación artificial conlleva una utilización más eficaz del semen, puesto que el macho puede inseminar a varias hembras, sin necesidad de la monta.

De esta manera se mejora el manejo reproductivo y se utiliza un número bastante reducido de recursos. En efecto, esta técnica aparece como una herramienta que favorece el manejo reproductivo y otorga resultados más homogéneos y/o controlados

2.3.1. Fisiología de la incubación

La ovoscopía es una herramienta no invasiva que permite buscar el interior del huevo con una fuente luminosa intensa, facilitando la evaluación del desarrollo embrionario del mismo hasta entonces. En este contexto, **Vélez y Linares (2021)** manifiestan que este equipamiento permite la identificación de estructuras internas, como la cámara de aire, la visualización de los vasos sanguíneos y la observación de la silueta del embrión en desarrollo y gracias a esto se pueden distinguir huevos fértiles, con embriones viables, de los no fértiles o que presenten una muerte embrionaria temprana.

Por otro lado, la incubadora es el equipamiento fundamental en el que los huevos fértiles llevan a cabo su desarrollo hasta la eclosión. Así mismo, **Cuéllar (2021)** argumenta que existen diferentes tipos de incubadoras en función de la disposición de los huevos y del nivel de control de las condiciones ambientales. Las incubadoras verticales contribuyen generalmente a hacer frente a grandes volúmenes de huevos y cuentan con sistemas automatizados que regulan temperaturas, humedad, ventilación y, en cambio, las incubadoras horizontales se manejan con autonomía o en el manejo manual de estas condiciones.

2.3.2. Factores clave de la incubación

Los parámetros de incubación deben ser ajustados de manera específica en cada sistema de producción avícola, considerando factores como la ubicación geográfica, la altitud (m s. n. m.), la temperatura y humedad ambiental, así como las condiciones de infraestructura y manejo. Estas variables influyen directamente en

el desarrollo embrionario y en la eficiencia del proceso de incubación.

En ese sentido, la temperatura es el principal factor ya que es el que regula la velocidad del desarrollo del embrión. **Cuéllar (2021)** menciona que los huevos en incubación son muy sensibles a los cambios de temperatura, de tal manera que una pequeña desviación puede causar el retraso en el desarrollo, malformaciones o incluso mortalidad del embrión. En líneas generales la temperatura debe fluctuar entre 37 y 38 °C, disminuyendo hacia los últimos 3 días de incubación (del día 18 al día 21).

Ya que esto último se debe individualizar en función de la infraestructura o las máquinas incubadoras o las dimensiones del huevo.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el sector de Pungalá, ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador, específicamente en el cantón Riobamba. A continuación, se detalla la información relevante sobre la localización geográfica y climática:

- **Localización de la investigación**

Tabla 1:

Localización de la investigación

País	Ecuador
Provincia	Chimborazo
Ciudad	Riobamba
Parroquia	Pungalá

- **Situación geográfica y climática**

Tabla 2:

Situación climática y geográfica.

PARÁMETROS GEOGRÁFICOS Y EDAFOCLIMÁTICOS	
Altitud	2.700 m.s.n.m.
Latitud	1° 48′ 56.20″ S
Longitud	78° 35′ 38.76″ O
Humedad Relativa promedio anual	85%
Precipitación	3000 mm/año
Temperatura máxima	23°C
Temperatura media	14°C
Temperatura mínima	6°C

Nota: *Tomado de INAMHI.*

- **Zona de vida**

Según la clasificación de L. Holdridge, el sector de Pungalá corresponde a la zona de bosque húmedo montano bajo.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Material de estudio

30 gallinas criollas

4 gallos (pollos gigantes) como donadores de semen.

3.2.2 Factores de estudio

Factor A: Grupo productivo de las gallinas criollas

A1 – Gallinas de alto rendimiento

A2 – Gallinas de bajo rendimiento

Factor B: Macho donador de semen (pollos gigantes)

M1 – Macho 1

M2 – Macho 2

M3 – Macho 3

M4 – Macho 4

3.2.3. Tratamientos

Los tratamientos se establecieron según la producción de las gallinas criollas, separando así 2 grupos experimentales: el tratamiento 1 (T1), un conjunto de gallinas de alto rendimiento mediante inseminaciones artificiales, y el tratamiento 2 (T2), un grupo de gallinas de bajo rendimiento sometidas también al mismo tratamiento.

El semen utilizado en ambos tratamientos fue recolectado de 4 machos reproductores de manera alterna a lo largo de 8 ciclos de incubación, lo que ayudó

a reducir el sesgo y a representar de mejor manera la variabilidad biológica del estudio, y en el caso de los machos, del efecto individual en la fertilidad de cada uno de ellos.

3.2.4. Tipo de diseño experimental

En este estudio se empleó un diseño completamente al azar (DCA) utilizando gallinas criollas a las cuales se les realizó una inseminación artificial con el semen de pollos gigantes con el objetivo de evaluar diversos parámetros de reproducción y de incubación. Los huevos que fueron seleccionados, fueron incubados, bajo condiciones controladas, basándonos en los valores óptimos de temperatura, humedad y volteo, manteniendo un registro y control mediante ovoscopía, eventualmente la eclosión y con ella también la mortalidad embrionaria. Si bien la incubadora pudo tener limitantes, las condiciones ambientales del medio ambiente tuvieron un impacto sobre el proceso de la incubación, este ciclo nos permitió analizar la eficiencia reproductiva del cruce.

El diseño experimental permitió comparar los resultados de los grupos experimentales, considerando cada huevo incubado como una unidad de observación para el análisis de las variables reproductivas.

3.2.5. Manejo de la investigación

La ejecución de esta investigación se fundamentó en el respeto a la vida y el bienestar de las aves, garantizando que el rigor científico estuviese siempre muy en consonancia con un trato ético. Las gallinas criollas (Gallus gallus) se situaron en un ambiente que priorizó mayormente su bienestar, asegurando su acceso a agua limpia y alimento de alta calidad de forma continua. El diseño del espacio en que se situaron las aves buscó erradicar cualquier fuente de estrés para permitir que

éstas pudieran expresarse libremente, mostrándose en su comportamiento natural tranquilo.

Los procesos de recolección de semen e inseminación artificial, por un lado, utilizaron técnicas propias que van caracterizadas por su delicadeza y precisión, y que, por otro lado, se llevaron a cabo según lo establecido en protocolos de bienestar animal, utilizando maniobras delicadas a fin de evitar causar cualquier tipo de molestia o lesión en los ejemplares.

Del mismo modo se mantuvo un control atento y constante de la salud de las aves, a partir de controles periódicos se monitorizó su bienestar físico a fin de evitar cualquier tipo de eventualidad, o en su caso, detectar la posible eventualidad a la mayor brevedad. Todo este trabajo, además, se halló bien recogido en registros de procedencia, lo que dejó evidenciado no sólo un análisis de los datos transparente, sino que dejó constancia de un compromiso responsable con el cuidado de los animales de experimentación, junto con un uso conforme de la normativa ética.

3.2.6. Método de evaluación y datos a tomarse

Evaluación de la fertilidad: Las pruebas realizadas para la fertilidad se realizaron durante los días 7 y 10 de la incubación (ovoscopía), en la que se determina la presencia de la evolución inicial del embrión, cuyo resultado fue registrado en las clasificaciones de "huevo fértil" y "huevo no fértil". La forma de registro de las clasificaciones resultantes será en forma binaria.

$$Tasa\ de\ fertilidad\ (\%) = \frac{Huevos\ fértiles}{Huevos\ incubados} \times 100$$

Evaluación de la tasa de eclosión: La tasa de eclosión se determinó en los periodos finales del ciclo de incubación, llevando un registro numérico de pollitos que lograron eclosionar, esto se logra debido a la relación entre el número de pollitos

eclosionados con el total de huevos fértiles incubados. Este parámetro se expresará como proporción o porcentaje.

$$Tasa\ de\ eclosión\ (\%) = \frac{Pollitos\ nacidos}{Huevos\ incubados} \times 100$$

Evaluación de la viabilidad embrionaria: En este aspecto se evaluó la viabilidad del embrión durante el proceso de incubación, registrándose las pérdidas en las fases temprana, intermedia y tardía, en función de cuándo se produzca la muerte del embrión, el cual será determinado mediante la ovoscopía y el análisis, tras la incubación, de los huevos que no eclosionaron.

$$Mortalidad\ embrionaria\ (\%) = \frac{Huevos\ con\ embrión\ muerto}{Huevos\ fértiles} \times 100$$

$$Viabilidad\ embrionaria\ (\%) = 100 - Mortalidad\ embrionaria\ total\ (\%)$$

3.2.7. Análisis de datos

La preparación de la información se llevó a cabo organizando los datos en hojas de cálculo de Microsoft Excel, donde se llevaron a cabo los tabulados a partir de las variables de fertilidad, eclosión y mortalidad embrionaria. En esa parte se contabilizaron las frecuencias absolutas y relativas, para calcular los parámetros reproductivos más relevantes: la tasa de fertilidad y la tasa de eclosión (proporcional a los huevos fértiles) y los niveles de mortalidad, en sus diferentes etapas. Con la fase analítica se empleó un diseño completamente al azar (DCA), es decir, se realizó un análisis comparativo entre los grupos de estudio. Al ser las variables analizadas cualitativas, la contrastación de hipótesis se realizó mediante la aplicación de la prueba no paramétrica Chi-cuadrado de Pearson, estableciendo un nivel de significación $\alpha = 0{,}05$. Con esta fase analítica se logrará saber si las diferencias encontradas en el rendimiento reproductivo entre los grupos de elevado rendimiento

y los de bajo rendimiento son estadísticamente significativas. Complementariamente, a efecto de no condicionar la lectura exclusivamente sólo al uso del valor de p, se calculó el tamaño del efecto mediante el estadístico V de Cramer, el cual se usó para evaluar la magnitud y la fuerza de la asociación de las variables, dando de este modo una mejor interpretación desde el impacto biológico. Para la expresión de los resultados se emplearon gráficos de columnas agrupadas, mismos que facilitan la lectura comparativa de los indicadores.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Resultados de Fertilidad

Tabla No. 3

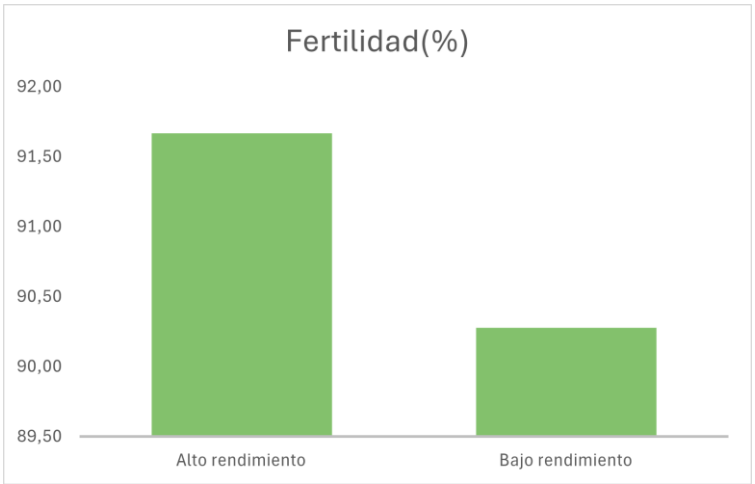
Fertilidad

Grupo	Huevos fértiles (n)	Huevos no fértiles (n)	Total (n)	Fertilidad (%)
Alto rendimiento	66	6	72	91,67
Bajo rendimiento	65	7	72	90,28
Total	131	13	144	90,97

Nota: *Realizada mediante la prueba de Chi-cuadrado teniendo un valor de P= 0,77*

Figura No. 1

Fertilidad



Nota*: Gráfico de columnas agrupadas de la distribución de huevos fértiles y no fértiles entre los grupos.*

El análisis estadístico evidencio que la fertilidad de los huevos incubados fue elevada en ambos grupos evaluados, en el grupo de alto rendimiento se registraron 66 huevos fértiles de un total de 144 incubados, manera similar, en el grupo de bajo rendimiento se obtuvieron 65 huevos fértiles. En términos generales, la fertilidad total del ensayo fue de 90.97 %, lo que evidencia una alta eficiencia en la fecundación de los huevos obtenidos mediante inseminación artificial. A partir de los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi-cuadrado indicaron que no existe una diferencia estadísticamente significativa en la fertilidad de los huevos entre los grupos evaluados ($p = 0.77$), en los cuales se comparó la proporción de huevos fértiles y no fértiles entre gallinas clasificadas como de alto y bajo rendimiento, a su vez, el tamaño del efecto calculado ($r = 0.02$) fue extremadamente pequeño, lo que indica una asociación prácticamente nula entre el nivel de rendimiento y la fertilidad de los huevos.

De forma similar, Vargas y Alfonso, (2025), estos resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio, donde la alta fertilidad obtenida en ambos grupos de tratamiento confirma la eficiencia de la IA como técnica reproductiva. En este sentido, los resultados complementan lo planteado los autores, destacando que la optimización del desempeño reproductivo no solo requiere una adecuada calidad seminal, sino también un manejo riguroso del ambiente durante el desarrollo embrionario, es decir el resultado reproductivo final depende mayormente del control de las condiciones de incubación.

4.1.2. Tasa de eclosión

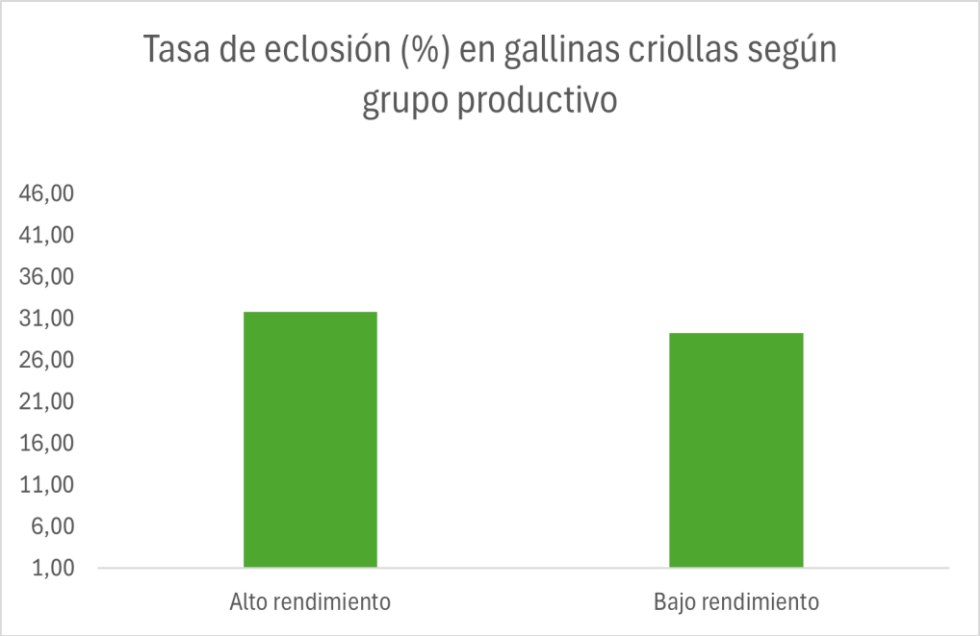
Tabla No. 4

Grupo	Huevos fértiles	Pollitos nacidos	Tasa de eclosión (%)
Alto rendimiento	66	21	31,82
Bajo rendimiento	65	19	29,23
Total	131	40	30,53

Nota: *Realizada mediante la prueba de Chi-cuadrado teniendo un valor de P= 0,77*

Figura No. 2

Tasa de Eclosión



Nota: *Gráfico de columnas agrupadas muestra que la tasa de eclosión fue ligeramente mayor en el grupo de alto rendimiento en comparación con el de bajo rendimiento*

Los resultados mostraron que la tasa de eclosión, calculada sobre los huevos fértiles, fue de 31,82% y de 29,23% para los grupos alto y bajo rendimiento, respectivamente, indicando algunos cambios a favor del grupo alto rendimiento, aunque los mismos son pequeños. La prueba estadística a través de Chi-cuadrado tampoco mostró diferencias significativas entre grupos (p = 0,77), a lo que se suma

el pequeño tamaño del efecto (r=0,05), lo que implica que la tasa de eclosión no fue afectada por el efecto del rendimiento. Así pues, los resultados mostraron que las probabilidades de eclosión fueron similares entre ambos grupos y que las variaciones posibles eran más bien debidas a factores externos, fundamentalmente vinculados a las condiciones de incubación, que al efecto que tiene el rendimiento productivo.

En este sentido, de acuerdo con Cuéllar, (2021) pequeñas oscilaciones en lo que respecta a la temperatura de incubación pueden afectar el desarrollo embrionario, reduciendo la tasa de eclosión, aun siendo elevada la fertilidad; de la misma forma, el intercambio gaseoso suficiente es, para el metabolismo embrionario, la variable que influye de manera directa sobre la capacidad embrión de completar el desarrollo para eclosionar.

4.1.3. Mortalidad

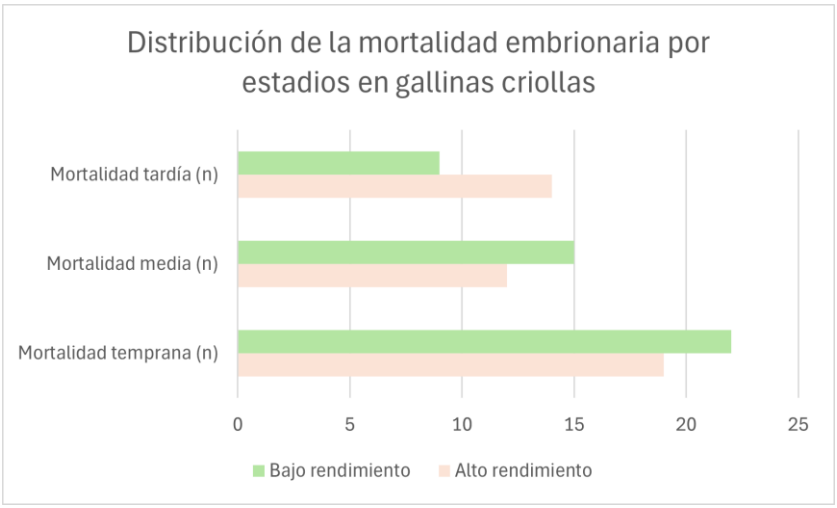
Tabla No. 5

Grupo	Mortalidad temprana (n)	Mortalidad media (n)	Mortalidad tardía (n)	Mortalidad (%)
Alto rendimiento	19	12	14	68,18
Bajo rendimiento	22	15	9	70,77
Total	41	27	23	69,47

Nota: Realizada mediante la prueba de Chi-cuadrado teniendo un valor de P=0,44

Figura No. 3

Mortalidad



Nota: *El gráfico de columnas agrupadas evidencia que la mortalidad embrionaria fue elevada en ambos grupos, siendo mayor en el grupo de bajo rendimiento*

Los resultados obtenidos mostraron una tasa alta de mortalidad en ambos grupos, con 45 pérdidas en el grupo de alto rendimiento y, con 46 pérdidas en el grupo de bajo rendimiento, muestra claramente una predominancia de muertes tempranas, seguidas de muertes intermedias y por último de muertes tardías, estas últimas en menor proporción, siendo estas últimas predominantes en el grupo de bajo rendimiento. No obstante, el resultado del análisis con la prueba de Chi cuadrado mostró que no había diferencias significativas entre grupos ($\chi^2 = 1,63$; $p = 0,44$) y el tamaño del efecto fue pequeño ($r = 0,13$), mostrando que el rendimiento productivo de las gallinas no tuvo una influencia determinante en los patrones de mortandad ambiental.

Estos resultados presentan coherencia con Lee y Lima, (2016) que afirman que la mortandad embrionaria temprana está relacionada con el desarrollo en condiciones subóptimas de temperatura, humedad, ventilación y calidad inicial del huevo. De este modo, la predominancia en la mortandad temprana sugiere que la variación en

algunas de esas condiciones se produjo de forma generalizada durante la fase de desarrollo embrionario en lugar de diferencias efectivas entre los grupos evaluados.

4.1.4. Viabilidad

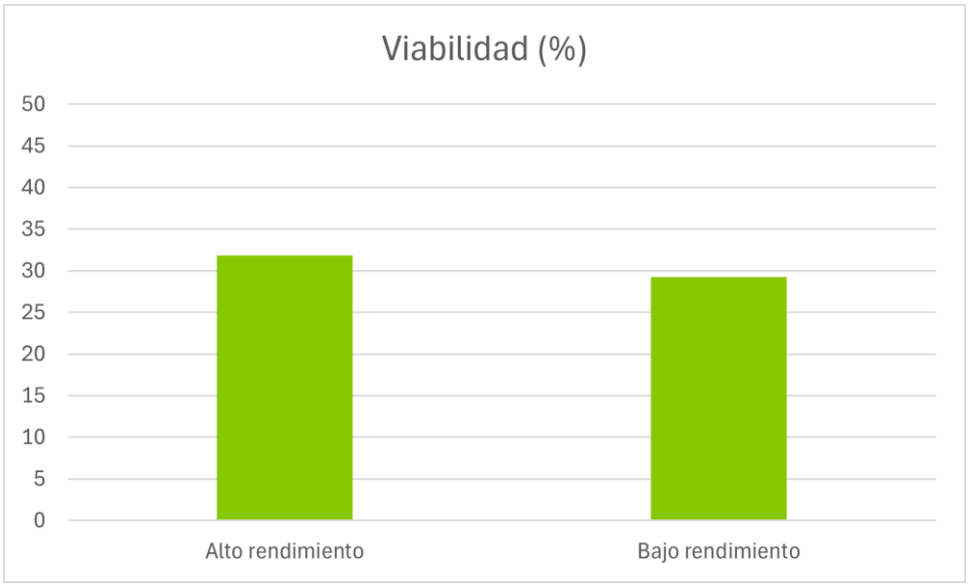
Tabla No. 6

Grupo	Huevos fértiles	Viabilidad (%)
Alto rendimiento	66	31,82
Bajo rendimiento	65	29,23
Total	131	30,53

Nota: *Realizada mediante la prueba de Chi-cuadrado teniendo un valor de (p > 0.05)*

Figura No. 4

Viabilidad



Nota: *El gráfico de columnas agrupadas evidencia que la viabilidad embrionaria fue elevada en ambos grupos, siendo mayor en el grupo de bajo rendimiento*

Los resultados obtenidos mostraron de manera reiterativa que la viabilidad embrionaria fue baja en ambos grupos, presentando un valor medio alrededor del 30%, este resultado a su vez implica que únicamente el 3 de cada 10 lograron desarrollarse, si bien se observaron diferencias numéricas en las bajas, el análisis

estadístico no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$), sugiriendo entonces que el rendimiento productivo de las gallinas no repercutió en la viabilidad embrionaria, esta conducta es un reflejo de que los factores condicionantes de la supervivencia de los embriones actuaron de forma parecida en los dos grupos experimentales.

Estos resultados están en línea con lo que expone Lee & Lima, (2016), estos autores enfatizan que la viabilidad embrionaria en aves se encuentra intrínsecamente ligada a las circunstancias de incubación y la calidad inicial del huevo, dichos resultados, junto con la baja viabilidad de acuerdo con nuestro estudio sugiere que el cambio de esas condiciones incubacionales por otras más desfavorables hace que la vida embrionaria varios aspectos de los embriones desarrollados operen de forma similar sin importar el grupo en el que se encuentren. En definitiva, el resultado es que la viabilidad embrionaria estuvo determinada por las condiciones externas relacionadas con el manejo de la incubación y no por las diferencias productivas de las gallinas.

4.2. Comprobación de hipótesis

Los resultados de los análisis estadísticos, notablemente, muestran que no hubo diferencias de gran alcance entre las distintas muestras evaluadas ($p > 0,05$), por lo cual se dio por buena la hipótesis nula, llegando a la conclusión de que el historial productivo previo en modo alguno afecta a la fertilidad, a la eclosión o a la supervivencia del embrión. Pareciera ser que la semejanza en los parámetros examinados señala que los dos grupos de estudio responden de forma muy parecida al procedimiento de inseminación artificial que se empleó, exhibiendo una consistencia reproductiva invariable, sin importar su categoría productiva.

.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

Se determinó que la inseminación artificial en gallinas criollas con semen de gallos gigantes fue completamente eficaz para alcanzar la fecundación con altos valores de fertilidad, no encontrando diferencias significativas entre los grupos de alto y bajo rendimiento, lo cual nos indica que el nivel productivo de las aves no condiciona la eficiencia de la técnica, en las condiciones testadas.

Con respecto a la tasa de eclosión, no se observaron diferencias significativas entre los grupos experimentales, pero los valores obtuvieron fueron bajos, lo que nos demuestra que el porcentaje de éxito en el nacimiento no depende del rendimiento productivo de las gallinas incubadas, sino de diversos factores relacionados al proceso de incubación. Este comportamiento lo explica la existencia de condiciones poco eficientes que afectaron de maneras múltiples el desarrollo embrionario.

Por último, la viabilidad embrionaria determinada a partir de la mortalidad en fases temprana, media y tardía fue baja en ambos grupos, pero con un claro dominio de la mortalidad en las fases tempranas del desarrollo, sin que se observaran diferencias entre tratamientos.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda estandarizar el procedimiento para llevar a cabo la incubación de los huevos mediante el uso de sistemas con control automático y riguroso de la temperatura, de la humedad y de la ventilación, pues se ha determinado que existe una sensibilidad crítica al nivel de viabilidad embrionaria, puesto que las mínimas variaciones en los parámetros implican un deterioro del desarrollo físico del embrión e influencian la significancia de los resultados de la eclosión.

Se recomienda plantear futuras líneas de investigación que incidan en la calidad tanto interna como externa del huevo, y por tanto en la fisiología de las gallinas criollas, pues se tiene que saber plantear el encadenamiento de los factores de tipo nutricional con los factores de tipo genético y la integridad de la cáscara de huevo, para tener una visión más holística de todos los factores que inciden en la eficiencia biológica de la producción y la rentabilidad.

Se sugiere implantar la inseminación artificial como una herramienta estratégica orientada a la gestión reproductiva de los lotes de gallinas criollas, ya que permite superar las limitaciones físicas impuestas por la monta natural entre diferentes líneas, al igual que permite optimizar el uso de machos reproductores de alta genética, favoreciendo así la sostenibilidad y la productividad de los sistemas de producción avícola.

BIBLIOGRAFÍA

Abioja, M. O., Apuu, S., Daramola, J. O., Wheto, M., & Akinjute, O. F. (2023). Semen quality and sperm characteristics in broiler breeder cockerels fed vitamin E during hot season. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, *45*. https://www.redalyc.org/journal/3031/303175504028/html/

Assersohn, K. (2021). *(PDF) Physiological factors influencing female fertility in birds* [Royal Society Open Science]. Physiological factors influencing female fertility in birds. https://www.researchgate.net/publication/353516935_Physiological_factors_influencing_female_fertility_in_birds

Bajaña, Á. (2023). *Inseminacion Artificial en Aves | PDF | Ovario | Sistema reproductivo*. Scribd. https://es.scribd.com/document/756693280/inseminacion-artificial-en-aves

Brady, K., Krasnec, K., & Long, J. A. (2022). Transcriptome analysis of inseminated sperm storage tubules throughout the duration of fertility in the domestic turkey, *Meleagris gallopavo*. *Poultry Science*, *101*(4), 101704. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101704

Cuéllar, C. (2021). Incubación: Obtención de pollitas para puesta y de pollitos para carne. *Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura*. http://https%253A%252F%252Fwww.veterinariadigital.com%252Farticulos%252Fincubacion-en-gallinas-ponedoras%252F

Desarrollo embrionario en aves domésticas—BM Editores. (2020, octubre 9). https://bmeditores.mx/avicultura/desarrollo-embrionario-en-aves-domesticas/

Gairal, N. (2020). Fisiología de la puesta de la gallina. *Veterinaria Digital -*

Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. http://https%253A%252F%252Fwww.veterinariadigital.com%252Farticulos%252Ffisiologia-de-la-puesta-de-la-gallina%252F

Hlokoe, V. R., Tyasi, T. L., & Gunya, B. (2022). Chicken ovarian follicles morphology and growth differentiation factor 9 gene expression in chicken ovarian follicles: Review. *Heliyon*, *8*(1), e08742. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08742

Lee, J. K., & Lima, S. L. (2016). Hatching asynchrony in birds: Multiple nesting attempts and the nest failure hypothesis. *The Auk*, *134*(1), 1-10. https://doi.org/10.1642/AUK-16-90.1

López Trejos, N. C., & Muñoz Parra, M. Á. (2023). *Inseminación artificial en aves de corral: Una revisión de literatura*. https://hdl.handle.net/11059/14839

Mohan, J., Sharma, S. K., Kolluri, G., & Dhama, K. (2018). History of artificial insemination in poultry, its components and significance. *World's Poultry Science Journal*. (world). https://doi.org/10.1017/S0043933918000430

Producción avícolas. (2025). PoultryProduction. https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/

Santiago-Moreno, J., & Blesbois, E. (2020). Functional Aspects of Seminal Plasma in Bird Reproduction. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(16), 5664. https://doi.org/10.3390/ijms21165664

Toalombo Vargas, P. A. (2020). *Caracterización morfológica, productiva y genética de la gallina criolla del Ecuador* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Córdoba (ESP)]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=265106

Vélez, S. M. V., & Linares, S. A. P. (2021). Mejoramiento de ovoscopia con visión artificial. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, *3*(7), Article 7. https://doi.org/10.53734/mj.vol3.id167

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación Ubicación del predio en el que se realizara la investigación



Fuente: Google Maps. (2025)

Anexo 2. Croquis del experimento.

T1	Gallinas criollas de alto rendimiento inseminadas con semen de machos reproductores (M1–M4). Los huevos fueron colocados en 8 ciclos de incubación, donde fueron clasificados por ovoscopía. Se determinó el porcentaje de eclosión y mortalidad embrionaria.
T2	Gallinas criollas de bajo rendimiento inseminadas con semen de machos reproductores (M1–M4). Los huevos fueron colocados en 8 ciclos de incubación, donde fueron clasificados por ovoscopía.

Anexo 3. Base de datos

Ciclo	Huevo_ID	Gallina	Grupo	Macho	Fertil	Eclosion	Mortalidad_Embrionaria
1	H1	G2	Bajo	M1	1	0	2
1	H2	G3	Alto	M2	1	0	1
1	H3	G4	Bajo	M3	1	0	2
1	H4	G5	Alto	M4	1	1	0
1	H5	G6	Bajo	M1	0		
1	H6	G7	Alto	M2	1	0	1
1	H7	G8	Bajo	M3	1	0	2
1	H8	G9	Alto	M4	1	0	2
1	H9	G10	Bajo	M1	1	0	1
1	H10	G11	Alto	M2	1	0	1
1	H11	G12	Bajo	M3	1	0	1
1	H12	G13	Alto	M4	1	0	1
1	H13	G14	Bajo	M1	0		
1	H14	G15	Alto	M2	0		
1	H15	G16	Bajo	M3	1	0	1
1	H16	G17	Alto	M4	1	0	1
1	H17	G18	Bajo	M1	1	1	0
1	H18	G19	Alto	M2	0		

a

Ciclo	Huevo_ID	Gallina	Grupo	Macho	Fertil	Eclosion	Mortalidad_Embrionaria
2	H19	G20	Bajo	M3	1	0	1
2	H20	G21	Alto	M4	1	0	1
2	H21	G22	Bajo	M1	0		
2	H22	G23	Alto	M2	1	0	3
2	H23	G24	Bajo	M3	1	0	1
2	H24	G25	Alto	M4	1	1	0
2	H25	G26	Bajo	M1	1	0	1
2	H26	G27	Alto	M2	1	0	1
2	H27	G28	Bajo	M3	1	1	0
2	H28	G29	Alto	M4	1	1	0
2	H29	G30	Bajo	M1	0		
2	H30	G1	Alto	M2	1	0	1
2	H31	G2	Bajo	M3	1	0	2
2	H32	G3	Alto	M4	1	1	0
2	H33	G4	Bajo	M1	1	1	0
2	H34	G5	Alto	M2	1	0	1
2	H35	G6	Bajo	M3	1	0	1
2	H36	G7	Alto	M4	1	0	3

a

Ciclo	Huevo_ID	Gallina	Grupo	Macho	Fertil	Eclosion	Mortalidad_Embrionaria
3	H37	G8	Bajo	M1	1	1	0
3	H38	G9	Alto	M2	1	0	2
3	H39	G10	Bajo	M3	1	0	2
3	H40	G11	Alto	M4	1	1	0
3	H41	G12	Bajo	M1	1	1	0
3	H42	G13	Alto	M2	1	0	2
3	H43	G14	Bajo	M3	0		
3	H44	G15	Alto	M4	1	0	3
3	H45	G16	Bajo	M1	1	1	0
3	H46	G17	Alto	M2	1	0	3
3	H47	G18	Bajo	M3	1	0	3
3	H48	G19	Alto	M4	1	0	3
3	H49	G20	Bajo	M1	1	0	3
3	H50	G21	Alto	M2	1	1	0
3	H51	G22	Bajo	M3	1	0	3
3	H52	G23	Alto	M4	1	1	0
3	H53	G24	Bajo	M1	1	0	1
3	H54	G25	Alto	M2	1	0	3
4	H55	G26	Bajo	M3	1	0	2
4	H56	G27	Alto	M4	1	0	3
4	H57	G28	Bajo	M1	1	0	1
4	H58	G29	Alto	M2	1	1	0
4	H59	G30	Bajo	M3	1	0	1
4	H60	G1	Alto	M4	1	0	1
4	H61	G2	Bajo	M1	1	0	3
4	H62	G3	Alto	M2	1	0	3
4	H63	G4	Bajo	M3	1	0	1
4	H64	G5	Alto	M4	1	0	2
4	H65	G6	Bajo	M1	1	0	1
4	H66	G7	Alto	M2	1	1	0
4	H67	G8	Bajo	M3	1	0	1
4	H68	G9	Alto	M4	1	1	0
4	H69	G10	Bajo	M1	1	1	0
4	H70	G11	Alto	M2	1	1	0
4	H71	G12	Bajo	M3	0		
4	H72	G13	Alto	M4	1	1	0

Ciclo	Huevo_ID	Gallina	Grupo	Macho	Fertil	Eclosion	Mortalidad_Embrionaria
5	H73	G14	Bajo	M1	1	0	3
5	H74	G15	Alto	M2	1	0	3
5	H75	G16	Bajo	M3	1	0	1
5	H76	G17	Alto	M4	1	0	3
5	H77	G18	Bajo	M1	1	1	0
5	H78	G19	Alto	M2	1	0	3
5	H79	G20	Bajo	M3	1	0	2
5	H80	G21	Alto	M4	1	1	0
5	H81	G22	Bajo	M1	1	0	1
5	H82	G23	Alto	M2	1	0	1
5	H83	G24	Bajo	M3	1	0	2
5	H84	G25	Alto	M4	1	1	0
5	H85	G26	Bajo	M1	1	1	0
5	H86	G27	Alto	M2	1	0	2
5	H87	G28	Bajo	M3	1	0	2
5	H88	G29	Alto	M4	1	1	0
5	H89	G30	Bajo	M1	1	1	0
5	H90	G1	Alto	M2	0		
6	H91	G2	Bajo	M3	1	0	2
6	H92	G3	Alto	M4	1	0	2
6	H93	G4	Bajo	M1	1	1	0
6	H94	G5	Alto	M2	1	1	0
6	H95	G6	Bajo	M3	1	0	1
6	H96	G7	Alto	M4	0		
6	H97	G8	Bajo	M1	0		
6	H98	G9	Alto	M2	0		
6	H99	G10	Bajo	M3	1	1	0
6	H100	G11	Alto	M4	0		
6	H101	G12	Bajo	M1	1	0	3
6	H102	G13	Alto	M2	1	1	0
6	H103	G14	Bajo	M3	1	0	1
6	H104	G15	Alto	M4	1	0	3
6	H105	G16	Bajo	M1	1	0	1
6	H106	G17	Alto	M2	1	0	1
6	H107	G18	Bajo	M3	1	0	2
6	H108	G19	Alto	M4	1	0	1

Ciclo	Huevo_ID	Gallina	Grupo	Macho	Fertil	Eclosion	Mortalidad_Embrionaria
7	H109	G20	Bajo	M1	1	0	3
7	H110	G21	Alto	M2	1	0	2
7	H111	G22	Bajo	M3	1	0	2
7	H112	G23	Alto	M4	1	0	3
7	H113	G24	Bajo	M1	1	1	0
7	H114	G25	Alto	M2	1	0	1
7	H115	G26	Bajo	M3	1	0	1
7	H116	G27	Alto	M4	1	1	0
7	H117	G28	Bajo	M1	1	0	1
7	H118	G29	Alto	M2	1	0	3
7	H119	G30	Bajo	M3	1	0	1
7	H120	G1	Alto	M4	1	0	2
7	H121	G2	Bajo	M1	1	0	3
7	H122	G3	Alto	M2	1	1	0
7	H123	G4	Bajo	M3	1	1	0
7	H124	G5	Alto	M4	1	1	0
7	H125	G6	Bajo	M1	1	0	3
7	H126	G7	Alto	M2	1	0	1
8	H127	G8	Bajo	M3	1	1	0
8	H128	G9	Alto	M4	1	0	2
8	H129	G10	Bajo	M1	1	0	2
8	H130	G11	Alto	M2	1	0	2
8	H131	G12	Bajo	M3	1	1	0
8	H132	G13	Alto	M4	1	1	0
8	H133	G14	Bajo	M1	1	1	0
8	H134	G15	Alto	M2	1	0	2
8	H135	G16	Bajo	M3	1	1	0
8	H136	G17	Alto	M4	1	0	1
8	H137	G18	Bajo	M1	1	1	0
8	H138	G19	Alto	M2	1	0	1
8	H139	G20	Bajo	M3	1	0	2
8	H140	G21	Alto	M4	1	0	1
8	H141	G22	Bajo	M1	1	0	1
8	H142	G23	Alto	M2	1	0	2
8	H143	G24	Bajo	M3	1	0	2
8	H144	G25	Alto	M4	1	0	1

Anexo 6: Fotografías



Construcción del galpón



Gallos gigantes reproductores



Gallo reproductor



Gallinas criollas



Muestra de semen



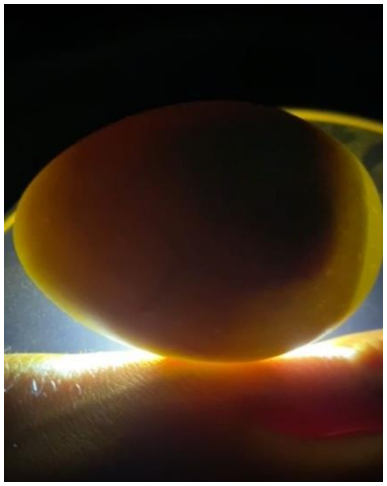
Inseminación



Codificación de huevos



Incubación



Ovoscopía



Eclosión



Fenotipo gigante x criollo



Visita de Campo

Anexo 6. *Glosario de Términos*

Condiciones incubacionales: conjunto de parámetros biológicos, biofísicos y/o fisiológicos controlados (temperatura, humedad relativa, flujo de aire o ventilación), que son imprescindibles para la perfecta evolución y metabolismo del embrión.

Eficiencia reproductiva: valoración del rendimiento biológico de un determinado batch a partir de la correcta interacción de la fertilidad, la tasa de eclosión o la tasa de viabilidad posnatal.

Fertilidad aparente: valoración de la capacidad reproductiva valorando la obtención de embriones vivos o muertos, por los procedimientos de transparencia luminosa donde quedan excluidos los huevos claros o no fértiles.

Grupo productivo: segmentación experimental de la población en estudio de acuerdo al rendimiento fenotípico, alto o bajo, y que tiene como objetivo comprobar su efecto sobre las variables dependientes a estudio.

Incubabilidad: Variable porcentual, que relaciona el número de pollitos que han eclosionado y el número de huevos que se considera fértil desde el proceso de ovoscopia.

Inseminación artificial aviar: Técnica biotécnica basada en la producción de una transferencia mecánica del material seminal que se ha recogido de los machos elegidos hasta el conducto vaginal de la hembra y permitir la llegada del gameto masculino hacia el femenino.

Mortalidad embrionaria media: Extinción de las funciones vitales del embrión, parecida a la mortalidad del último tercio de la incubación, de la que se asume normalmente que va desde los 8 a 14 días de desarrollo.

Mortalidad embrionaria tardía: Interrupción del desarrollo biológico en los estadios tardíos del proceso (del día 15 a la eclosión). A esta fase, se le puede asociar la mortalidad con las dificultades de transición entre la vida embrionaria y la respiración pulmonar o mala

posición del embrión.

Mortalidad embrionaria temprana: Destrucción del cigoto o embrión en los primeros 7 días de la incubación, en un periodo crítico de diferenciación celular inicial, además de la formación de los órganos principales.

Ovoscopía: Prueba diagnóstica no invasiva, en la que se basa la iluminación de un rayo de luz de forma que va atravesando la cáscara para proporcionar información sobre la integridad del huevo, la del aire y del desarrollo embrional vascular.

Significancia estadística: Valor probabilístico (p) o relación de la probabilidad que proporciona información sobre la veracidad de los resultados, la pregunta que se genera entre si las diferencias que aparecen son atribuidas a los factores de estudio o a la varianza a la que nos hemos referido.

Tamaño del efecto: Coeficiente estadístico que permite cuantificar la magnitud de la asociación entre distintas situaciones analizadas, o la magnitud de la diferencia entre los diferentes grupos experimentales, permitiendo así, la interpretación clínica más allá de la meramente estadística.