UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

DIRECCION DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS
COHORTE I

TRABAJO DE TITULACION

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCION DEL GRADO ACADEMICO DE MAGISTER EN CIENCIAS VETERINARIAS

TEMA:

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EXTRÍNSECOS EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE LA LÍNEA BROILER PARA VALORAR LA CALIDAD DEL NACIMIENTO.

AUTOR:

Mvz. MARJURI MAGALY NUÑEZ HERRERA

TUTOR:

Dra. YULIEN FERNANDEZ ROMAY, PhD

GUARANDA-ECUADOR

2025

CERTIFICACION DE TUTOR

Yo, Dra. Yulien Fernández Romay, PhD en mi calidad de Tutor del proyecto de

Investigación como modalidad de titulación contemplado legalmente en el Reglamento de Adnusjon, Maificulaclon, Permanencia y Oraduacjon en Programas de Posgrado y

Educación Continua de la Universidad Estatal de Bolívar, designado por el Comité Académico de Posgrado y ratificado mediante Resolución de Comisión Académica de la Universidad, Baio Juramento Certifico que la Señorita Mvz. Marjuri Magaly Nuñez Herrera, egresada de la Universidad Estatal de Bolívar, Maestría en Ciencias Veterinarias, ha cumplido con los requerimientos del proyecto de investigación previo a la obtención del título de Magister en Ciencias Veterinarias, con el tema: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EXTRÍNSECOS EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE LA LÍNEA BROILER PARA VALORAR LA CALIDAD DEL NACIMIENTO ; Habiendo trabajado conjuntamente en el desarrollo del mismo con la investigadora constatando que el trabqio es de autoría tutorizada por lo que se aprueba el mismo con la nota de (diez).

Es iodo cuanto puedo ceñiilcar en honor a la verdad, iácultando al Interesado hacer uso del presente para la presentación u calificación por parte del tribunal respectivo



Dra. Yulien Fernández Romay, PhD

DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA

Yo, MARJURI MAGALY NUÑEZ HERRERA, con cédula de identidad número 120658967-1, domiciliada en Montalvo Ciudadela ll de Mayo en plena capacidad de mis facultades, declaro bajo juramento lo siguiente:

Que el trabajo de titulación titulado EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EXTRÍNSECOS EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE LA LÍNEA BROILER PARA VALORAR LA CALIDAD DEL NACIMIENTO, es de mi exclusiva autoría, el mismo que fue realizado con el objetivo de cumplir con uno de los requisitos para la obtención del título en MAGISTER EN CIENCIAS VETERINARIAS en la UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE.

La información utilizada de otros autores se ha citado de manera adecuada según las normas APA 7 de acuerdo a lo establecido en el "Reglamento de Admisión, Matriculación, Permanencia y Graduación en Programas de Posgrados y Educación Continua" de la Universidad Estatal de Bolívar, aprobado en Consejo Universitario con fecha 23/febrero/2021.

El análisis de los resultados, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe son de mi autoría, una vez concluida el trabajo de campo de manera honesta y cumpliendo con la ética profesional que me caracteriza. Esta declaración es clara y concisa siendo consciente de las consecuencias legales en el caso de suministrar información falsa.

En fe de lo cual, firmo la presente declaración Montalvo, a los 10 días del mes de noviembre del año 2024 _____

Mvz. Marjuri Magaly Nuñez Herrera.

Autor

Factura: 001-005-000042760

20251203001P02065

NOTARIO(A) CRISTIAN JAVIER PEÑAFIEL ALCIVAR

NOTARÍA PRIMERA DEL CANTON MONTALVO

EXTRACTO

Escritura N°:	20251203001P02065

ACTO O CONTRATO:

DECLARACIÓN JURAMENTADA PERSONA NATURAL

FECHA DE OTORGAMIENTO:	8 DE DICIEMBRE DEL 2025, (12:13)

OTORGANTES

OTORGADO POR

Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que le representa
Natural	NUÑEZ HERRERA MARJURI MAGALY	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	1206589671	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	

A FAVOR DE

Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que representa

UBICACIÓN

Provincia	Cantón	Parroquia
LOS RÍOS	MONTALVO	MONTALVO /SABANETA

DESCRIPCIÓN DOCUMENTO:

OBJETO/OBSERVACIONES:

CUANTÍA DEL ACTO O CONTRATO:	INDETERMINADA

NOTARIO(A) CRISTIAN JAVIER PEÑAFIEL ALCIVAR

NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN MONTALVO

ESCRITURA PUBLICA DE DECLARACIÓN JURAMENTADA QUE HACE LA SEÑORITA NUÑEZ HERRERA MARJURI MAGALY.-

CUANTIA: INDETERMINADA.

20251203001P02065 **DI: 2 COPIAS** **WE**

En el Cantón Montalvo, Cabecera Cantonal del mismo nombre Provincia de Los Ríos, República del Ecuador, a los ocho días del mes de diciembre del año dos mil veinte y cinco, ante mí **Abogado Javier Peñafiel Alcívar** Notario Titular de la Notaria Primera del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos; mediante acción de personal, comparece por sus propios derechos la señorita **NUÑEZ HERRERA MARJURI MAGALY**, quien declara ser ecuatoriana, de veintiséis años de edad, de estado civil soltera, de ocupación o profesión Médica Veterinaria Zootecnista, con teléfono número cero nueve nueve tres tres dos cero seis cuatro tres, correo electrónico marjuri24herrera@gmail.com, domiciliada en este Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos, capaz para obligarse y contratar, a quien de conocerla doy fe, al haberme presentado su cedula de (ciudadanía), cuya copia fotocopia, debidamente certificada por mí, agrego a esta escritura como documento habilitante y

Dirección: 24 de Mayo, entre 10 de Agosto y Babahoyo
Referencia Parque Central
Tlf.: 052953747 - WhatsApp: 0999820668
Correo: abogadoxavi@hotmail.com

autorizándome de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y datos Civiles, a la obtención de su información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana de la Dirección del Registro Civil, Identificación y Cedulación, cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, a través del convenio suscrito con esta Notaría, que se agregarán como habilitantes, advertida la compareciente por mí el Notario, quien habiendo sido informada sobre la Ley, de protección de datos personales autorizan reproducir copias o testimonios del presente instrumento y el manejo de sus datos personales, estando la Notaria por disposición legal obligada a su archivo publicidad y al envió de información a las diferentes entidades públicas, liberando de responsabilidad al Notario y sus empleados de los efectos y resultados de esta escritura así como, documento generado que se agrega como habilitante, **PROTECCION DE DATOS PERSONALES.-** 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 es autorizada por la compareciente, al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales

Dirección: 24 de Mayo, entre 10 de Agosto y Babahoyo
Referencia Parque Central
Tlf.: 052953747 - **WhatsApp:** 0999820668
Correo: abogadoxavi@hotmail.com

reposarán además en los libros de la Notaría Primera del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos, conforme lo prevé la Ley Notarial vigente, advertida la compareciente por mí el Notario, y conocedora de las penas de perjurio y de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinada que fue de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, bien instruida de los efectos y resultados de la presente **DECLARACIÓN JURAMENTADA,** para su otorgamiento, previo y advertido de la pena de perjurio, me expuso lo siguiente; Yo, **NUÑEZ HERRERA MARJURI MAGALY**, de nacionalidad ecuatoriana, libre voluntariamente sin presión de ninguna naturaleza, digo y expreso lo siguiente: Que realice el proyecto de Titulación (Tesis), **"EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EXTRÍNSECOS EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE LA LÍNEA BROILER PARA VALORAR LA CALIDAD DEL NACIMIENTO"** es de mi exclusiva responsabilidad como autor de ideas, criterios, y propuestas en el proyecto antes detallado, Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad. - **HASTA AQUÍ LA DECLARACION JURAMENTADA QUE QUEDA ELEVADA A**

Dirección: 24 de Mayo, entre 10 de Agosto y Babahoyo
Referencia Parque Central
Tlf.: 052953747 - **WhatsApp:** 0999820668
Correo: abogadoxavi@hotmail.com

ESCRITURA PUBLICA, en consecuencia el declarante se afirma en el contenido de la presente declaración juramentada. Leída que le fue la presente declaración, de principio a fin, por mí el Notario en alta voz a la declarante quien la aprueba en todas sus partes se afirma ratifica y firma en unidad de acto conmigo el Notario de todo lo cual doy fe. -

NUÑEZ HERRERA MARJURI MAGALY
CC# 120658967-1

SE LE OTORGA ANTE MI EN FE DE ELLO CONFIERO ESTA primera COPIA CERTIFICADA, FIRMO SELLO Y RUBRICO, EN EL MISMO LUGAR Y FECHA DE SU CELEBRACIÓN, EN ..... FOJAS.

Ab. Msc. Javier Peñafiel Alcivar
NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN MONTALVO

AB. MSC. JAVIER PEÑAFIEL ALCIVAR
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN MONTALVO
CONSEJO DE LA JUDICATURA

Dirección: 24 de Mayo, entre 10 de Agosto y Babahoyo
Referencia Parque Central
Tlf.: 052953747 - WhatsApp: 0999820668
Correo: abogadoxavi@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magiarism

TESIS_2025_FACTORES_EXTRINSECOS Marjuri 06 08 2025 TESIS EMPASTAR

9% Textos sospechosos

6 % Similitudes
0 % similitudes entre comillas
< 1 % entre las fuentes mencionadas
3 % Idiomas no reconocidos
4 % Textos potencialmente generados por la IA (ignorados)

Nombre del documento: TESIS_2025_FACTORES_EXTRINSECOS Marjuri 06 08 2025 TESIS EMPASTAR.docx
ID del documento: 514c20f34c15ea15d9d2cebf8b123e6932da327e
Tamaño del documento original: 2,38 MB

Depositante: VICTOR ALEJANDRO BOSQUEZ BARCENES
Fecha de depósito: 9/12/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 9/12/2025

Número de palabras: 17.068
Número de caracteres: 109.473

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.espoch.edu.ec http://dspace.espoch.edu.ec/bitstreams/13fd36f98/13088/1/1.TT01.T361.pdf 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (309 palabras)
2	repositorio.espam.edu.ec | Efecto del manejo en edad de reproductoras y [illegible]... http://repositorio.espam.edu.ec/bitstreams/42080/1680/1/TTV0560.pdf.txt 23 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (147 palabras)
3	repositorio.espam.edu.ec | Efecto del manejo en edad de reproductoras y [illegible]... http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42080/1680 23 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (154 palabras)
4	www.academia.edu https://www.academia.edu/126366619/Sector_pol%C3%ADcola_Ecuador 10 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (118 palabras)
5	repositorio.utn.edu.ec | Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros pro... http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9668/6/03 AGP 163 TESIS.txt 23 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (91 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
	revistas.unah.edu.cu 3 https://revistas.unah.edu.cu/index.php/cu/article/download/5555/4855/13918	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	repositorio.espam.edu.ec | Efecto de periodos de almacenamiento y [illegible]... http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42080/1613/1/TTV0505.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
	dx.doi.org | Estrategias de sostenibilidad ambiental en los emprendimientos [illegible]... 3 http://dx.doi.org/10.59811/id_rcm.v8i8.11805	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
4	avinews.com | ¿Los insectos son fuentes sustentables para alimentos en [illegible]... https://avinews.com/los-insectos-son-fuentes-sustentables-para-alimentos-en-acuicultura/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
	dx.doi.org | Incubadora artesanal semiautomática y su impacto al sector avícola e... 3 https://dx.doi.org/10.59811/id_rcm.v8i8.11871	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2116
2 https://doi.org/10.29076
3 https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3f3c3f1d-60c7-4372-8cd5-aca6eb450b59/content
4 https://www.nuquitulu.es/noticias/proceso-de-incubacion-de-los-aves-incubadoras-de-huevos/
5 https://ttscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-DE-INCUBACION.pdf

DERECHOS DE AUTOR

Yo **Nuñez Herrera Marjuri Magaly** portador/res de la Cédula de Identidad No **1206589671** en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EXTRÍNSECOS EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE LA LÍNEA BROILER PARA VALORAR LA CALIDAD DEL NACIMIENTO.** Modalidad **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** , de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Mvz. Nuñez Herrera Marjuri Magaly
Autora

DEDICATORIA

Al término de esta historia de mi vida **DEDICO** mi trabajo de investigación a **DIOS** por brindarme la fuerza y la perseverancia necesaria para culminar esta meta.

A mi **MADRE** por su eterno e infinito amor motivándome siempre a seguir hacia delante.

Y finalmente a todos quienes con sus consejos impulsaron mi desarrollo día a día.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar una de las etapas más importantes en mi vida quiero expresar mi más profundo agradecimiento a quienes con paciencia y comprensión me brindaron su conocimiento y experiencia durante el desarrollo de esta investigación la **Dra. Yulien Fernandez, PhD, Dr. Joselito Solano, PhD, Ing. Edwin Mendoza, Dr. Freddy Paz.** Gracias por su guía constante y motivación.

Quiero expresar un Dios le pague madre de mi vida **Rosa Elene Herrera Herrera** por ser la amiga que jamás abandona por tu inmenso e incondicional amor durante mi camino trascurrido gracias madre por tu apoyo moral y tu fe en mí, incluso en los momentos más difíciles de nuestras vidas, has sido y seguiras siendo el pilar de este logro académico te amo mamá.

Mi sincero agradecimiento a todos quienes fueron parte de esta nueva meta Docentes, Colegas, Compañeros, Amigos y Familiares que colocaron un granito de arena para mi desarrollo profesional durante este largo y retador camino. Gracias por su apoyo, confianza, soporte y cariño que fortalecieron mi camino.

Gracias a la Universidad Estatal de Bolívar por abrir sus puertas y contar con el personal académico y administrativo adecuado que supieron brindar sus conocimientos y guía durante toda esta trayectoria de mi vida, mi Infinita gratitud al Doctor Mvz. Joselito Solano. PhD por dedicar su tiempo para que este proceso fuera más llevadero y significativo.

GRACIAS DIOS POR REGALARME TANTAS COSAS EN LA VIDA

TITULO

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EXTRÍNSECOS EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE LA LÍNEA BROILER PARA VALORAR LA CALIDAD DEL NACIMIENTO.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN ..... **XIII**

ABSTRACT ..... **XIVV**

INTRODUCCIÓN ..... **XV**

CAPÍTULO I: PROBLEMA ..... **XV**

1.1. Planteamiento del Problema **17**

1.2. Formulación del problema 18

1.3. Justificación 18

1.4. Objetivo: general y especificos 19

1.4.1. Objetivo General 19

1.4.2. Objetivos Especificos 19

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO **20**

2.1. Antecedentes investigativos 20

2.2. Fundamentación teórica 21

2.2.1. Producción avícola en Ecuador 21

2.2.2. Origen del pollo de Engorde 22

2.2.3. Principales Razas de pollos 22

Broiler 23

Criollo 23

Broiler rojo 24

2.2.4. Líneas Comerciales de Pollos 24

Cobb 25

Ross 26

2.2.5. Generalidades de la incubación 26

2.2.6. Tipos de Incubación 27

Incubación Natural 27

Incubación Artificial 27

2.2.7. Importancia de la incubación de huevos 28

2.2.8. La fisiología de la incubación 29

Metabolismo y Desarrollo Embrionario 29

Desarrollo celular y formación de estructuras embrionarias 29

Formación de los órganos 30

Producción de calor y generación de energía 30

Crecimiento y diferenciación celular 30

Formación de estructuras para la eclosión 30

2.2.9. Parámetros Extrínsecos en el Proceso de Incubación 30

Temperatura 31

Humedad 332

Ventilación 33

Volteo 34

Ovoscopía 36

2.2.10 Parámetros de Valoración de Calidad del Pollito Broiler Blanco 37

Porcentaje del Saco Vitelino 37

Aspecto del Ombligo 37

Estado de Patas 38

Reflejo y Comportamiento Motor 38

Estado del Pico 38

2.3. Variables 39

2.4. Operacionalización de variables 41

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 43

3.1. Tipo, nivel y métodos de Investigación 43

3.2. Población y muestra 43

3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de la información 44

3.3.1. Selección del Material Genético 44

3.3.2. Precalentamiento 44

3.3.3. Análisis de los Factores extrínsecos 45

3.3.4. Mortalidad Embrionaria 45

3.3.5. Transferencia 46

3.3.6. Porcentaje de Eclosión o Incubación 46

3.3.7. Porcentaje de Viabilidad 46

3.3.8. Valoración de la calidad del pollito al nacimiento 45

3.4. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos.....47

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS 49

4.1.1. Analizar la variabilidad de la temperatura y su relación con el porcentaje de eclosión y porcentaje de mortalidad embrionaria en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler 49

4.1.2. Evaluación del impacto de los niveles de humedad en el Porcentaje de Viabilidad en los diferentes tratamientos.....53

4.1.3. Determinación de la efectividad de los sistemas de ventilación en la planta de incubación y su influencia en la salud de los pollitos recién nacidos en función al % del saco vitelino.....57

4.1.4. Evaluación del impacto del volteo regular de los huevos en la incubadora sobre la calidad y peso de los pollos bebé de línea broiler.....60

4.2. Comprobación de hipótesis o ideas a defender.....64

4.2.1. Temperatura.....65

4.2.2. Humedad 65

4.2.3. Ventilación.....63

4.2.4. Volteo de los Huevos.....65

CONCLUSIONES.....66

IV. RECOMENDACIONES.....67

V. BIBLIOGRAFÍA.....69

VI. ANEXOS.....72

Índice de tablas

Tabla 1 Calibración recomendada para la zona sierra.....36
Tabla 2 Operacionalización de las variables de estudio.....41
Tabla 3 Tabla resumen del modelo y prueba Post Hoc aplicada 48
Tabla 4 Esquema del experimento 48
Tabla 5 Porcentaje de eclosión y mortalidad embrionaria final.....49
Tabla 6 Correlación entre la humedad sobre el porcentaje de viabilidad.....54
Tabla 7 Correlación entre la ventilación y la salud del pollo de un día de nacido en función al % de Ventilación.....57
Tabla 8 Correlación entre el volteo sobre la calidad y peso al nacimiento del pollito de un día de nacido.....60
Tabla 9 Resumen estadístico de las variables en estudio 64

Índice de figuras

Figura 1 Variabilidad de la temperatura a lo largo de los días de muestreo 50
Figura 2 Correlación de la temperatura con el porcentaje de eclosión 51
Figura 3 Correlación de la temperatura con el porcentaje de mortalidad embrionaria 51
Figura 4 Análisis comparativo de la temperatura sobre el porcentaje de eclosión por tratamiento 52
Figura 5 Análisis comparativo de la temperatura sobre el porcentaje de mortalidad embrionaria por tratamiento 52
Figura 6 Variabilidad del porcentaje de humedad a lo largo de los días de muestreo 55
Figura 7 Correlación entre la humedad y el porcentaje de viabilidad.....55
Figura 8 Análisis comparativo de la humedad sobre el porcentaje de viabilidad por tratamiento 56
Figura 9 Variabilidad del porcentaje de la ventilación a lo largo de los días de muestreo 58
Figura 10 Correlación entre la ventilación y la salud del pollito broiler de un día de nacido en función al porcentaje del saco vitelino 59
Figura 11 Sistema de ventilación sobre él porcentaje del saco vitelino.....59
Figura 12 Variabilidad del volteo a lo largo de los días de muestreo 61
Figura 13 Correlación del volteo sobre la calidad del pollito de un día de nacido 62
Figura 14 Correlación del volteo sobre el peso al nacimiento de los pollitos 62
Figura 15 Análisis comparativo del volteo sobre la calidad y peso del pollito al nacimiento por tratamientos 63

Índice de Anexos

ANEXO 1: Anova y comparación de medias % eclosión

ANEXO 2: Anova y comparación de medias para el porcentaje de mortalidad embrionaria

ANEXO 3: Anova y comparación de medias para él % de viabilidad

ANEXO 4: Anova y comparación de medias del porcentaje del saco vitelino

ANEXO 5: Anova y comparación de medias calidad del pollito broiler blanco

ANEXO 6: Anova y comparación de medias peso al nacimiento del pollito broiler blanco

ANEXO 7: Modelo de registro para valorar calidad del pollito broiler blanco

ANEXO 8: Selección de huevos

ANEXO 9: Adecuación de las incubadoras

ANEXO 10: Incubación y toma de datos

ANEXO 11: Sala nacedora

ANEXO 12: Control de factores extrínsecos

ANEXO 13: Características a evaluar para determinación de calidad del pollito broiler blanco

ANEXO 14: Recolección de huevos no eclosionados

ANEXO 15: Proceso de embriología

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

En el centro de producción de Incubandina S.A., ubicado en el cantón Montalvo, provincia de Los Ríos (Ecuador), se evaluaron parámetros extrínsecos del proceso de incubación de huevos fértiles de línea broiler, con el objetivo de determinar su influencia en la calidad del nacimiento. La población de estudio estuvo compuesta por 360 huevos, distribuidos aleatoriamente en tres cámaras de incubación. Se analizaron: la variabilidad de temperatura y su relación con el porcentaje de eclosión y mortalidad embrionaria; el impacto de los niveles de humedad sobre la viabilidad; la eficacia del sistema de ventilación, medida por el porcentaje de saco vitelino; y el efecto del volteo sobre la calidad y peso al nacimiento del pollito Broiler de una semana de vida. El experimento se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y a la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$; $P \leq 0.01$). No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de eclosión (T2: 82.5%; T1: 80%; T3: 72.5%; CV: 8.88%). La mortalidad embrionaria fue menor en T2 (17.5%), seguida por T1 (20%) y T3 (27.5%; CV: 3.90%). El mejor porcentaje de reabsorción del saco vitelino se observó en T3 (10.17%). T2 presentó la mejor calidad del pollito (9.67), mientras que el mayor peso al nacimiento se obtuvo en T1 (50.72 g), evidenciando diferencias entre tratamientos.

Palabras claves: Incubación, Pollitos Broiler Blanco, Embrionaria, Reabsorción.

ABSTRACT

At the Incubandina S.A. production center, located in Montalvo canton, Los Ríos province (Ecuador), extrinsic parameters of the incubation process for fertile broiler-line eggs were evaluated in order to determine their influence on hatch quality. The study population consisted of 360 eggs, randomly distributed across three incubation chambers. The following variables were analyzed: temperature variability and its relationship with hatchability and embryonic mortality; the impact of humidity levels on viability; the effectiveness of the ventilation system, measured by the percentage of yolk sac absorption; and the effect of egg turning on the quality and hatch weight of the White Broiler chick. The experiment was conducted under a Completely Randomized Design (CRD). Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's multiple comparison test ($P \leq 0.05$; $P \leq 0.01$). No significant differences were found in hatchability rates (T2: 82.5%; T1: 80%; T3: 72.5%; CV: 8.88%). Embryonic mortality was lowest in T2 (17.5%), followed by T1 (20%) and T3 (27.5%; CV: 3.90%). The best yolk sac absorption percentage was observed in T3 (10.17%). T2 showed the best chick quality score (9.67), while the highest hatch weight was recorded in T1 (50.72 g), indicating differences among treatments.

Keywords: Incubation, Broiler White Chicks, Embryonic, Reabsorption.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la industria avícola ha ido creciendo considerablemente, convirtiéndose en uno de los pilares fundamentales de la producción pecuaria a fin de garantizar la seguridad alimentaria a nivel mundial, nacional y regional, el aumento considerable de la demanda de pollos broiler blanco ha impulsado la necesidad de contar con sistemas más eficientes y controlados para la producción de aves de calidad, por lo tanto, la incubación artificial juega un papel clave, ya que permite controlar con precisión factores como la temperatura, humedad y ventilación, garantizando así una tasa de eclosión más alta y uniforme (Hinojosa, 2011).

Esta tecnología ha facilitado la producción masiva de pollos de manera más eficiente, un manejo inadecuado de esta tecnología y de estos parámetros puede resultar en pérdidas significativas, afectando la rentabilidad y sostenibilidad de esta industria (Aviagen, 2020).

Bajo este contexto, la producción de pollos de engorde de la línea broiler, no solo requiere alternativas de mejora en sus sistemas de manejo productivo sino también de contar con aves de alta genética que al ser incorporadas a un factor ambiente favorable permita alcanzar el éxito de la producción, por lo tanto uno de los puntos clave para la obtención de animales que aporten calidad y bajos costos de producción se encuentra en la incubación de los huevos, donde la calidad y el manejo de los mismos deben ser óptimos para obtener los resultados esperados, garantizar la calidad del polluelo al nacimiento es un indicador crucial del éxito, pues este factor influye directamente al crecimiento, desarrollo, engorde y salud de las aves (Vargas, 2021).

Comprender estas relaciones, permite incorporar estrategias efectivas para la optimización del proceso de incubación, mejorando la productividad, manteniendo la sostenibilidad y sustentabilidad, el uso eficiente de la incubación artificial, combinado con prácticas responsables y tecnológicas, permite enfocarse en la temperatura, humedad y ventilación que influye en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler, así como también en la tasa de eclosión y la calidad del polluelo al nacimiento (Casarejo, 2019).

En las últimas etapas del desarrollo embrionario, la principal fuente de energía es la yema, la utilización de la yema es influenciada por la presión parcial de oxígeno, temperatura

y humedad, una elevada temperatura de la cáscara, falta de oxígeno causan reducción en la absorción de la yema, por estas circunstancias los embriones usan la energía que han almacenado en sus hígados y músculos como glucógeno, carbohidrato que no requiere oxígeno para su degradación, la glucosamina no se almacena en grandes cantidades y las condiciones anormales de incubación pueden resultar en que los embriones en desarrollo agoten sus reservas de glucógeno, y si el pollito llega a nacer es más débil y de poca calidad, los mismos que pueden ser letárgicos, se retrasan al iniciar el consumo de alimento y pueden morir más frecuentemente por deficiencia, elevando la mortalidad en las granjas durante los primeros días de vida (Oviedo, 2023).

La ventilación en un sistema de incubación de huevos implica el intercambio de aire dentro de la incubadora, con el fin de estabilizar niveles apropiados de oxígeno y eliminar el dióxido de carbono, este proceso es esencial para crear un micro clima adecuado para el desarrollo embrionario, el sistema de volteo es crucial debido a que asegura que el embrión no se pegue a las membranas internas de la cascara, lo que podría ocasionar su fallecimiento, el mismo que opera en dos etapas, en los primeros 18 días, es recomendable un volteo cada hora, lo que suma un total de 24 veces al día, este protocolo es fundamental para promover un suministro adecuado de oxígeno y nutrientes al embrión en crecimiento (Lopez, 2024).

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Uno de los factores que garantiza la producción de carne de pollo es la calidad de pollo al nacimiento, pues está directamente influenciada por el éxito de la incubación la cual es un proceso que depende de factores extrínsecos como la temperatura, humedad y ventilación las cuales son variables para que garanticen el desarrollo embrionario y la tasa de eclosión, la variabilidad de dichos parámetros afecta a la calidad del polluelo y esta a su vez la rentabilidad del sistema productivo (García et al., 2020).

La creciente producción de aves que permita al productor garantizar la seguridad alimentaria en nuestro país, requiere de un enfoque no solo de cantidad sino también de calidad de pollitos nacidos resultado de protocolos estandarizados y técnicos durante el proceso de incubación (Martínez, 2019).

El tratar de comprender y controlar los principales factores que intervienen en la incubación permitirá entender la eficiencia de las operaciones minimizando las pérdidas económicas por pollitos poco saludables pues su tasa de mortalidad se incrementaría y su resultado final se traduciría en la incapacidad de satisfacer las crecientes demandas del mercado (Donoghue & Donoghue, 2009).

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo establecer las condiciones ambientales óptimas dentro de las incubadoras de granjas encargadas del suministro de pollitos al sector avícola, la investigación de la influencia de parámetros clave como la temperatura, humedad, ventilación y volteo es crucial para comprender su impacto en la eficiencia del proceso de incubación, este conocimiento permitirá abordar de manera más efectiva los desafíos operativos, especialmente en granjas de menor escala, donde los recursos suelen ser limitados, al optimizar estos factores, no solo se mejorará la tasa de eclosión y la calidad de los pollitos, sino que también se contribuirá a la sostenibilidad del proceso, maximizando la producción y reduciendo el consumo de recursos en instalaciones con capacidades más restringidas.

1.2 Formulación del problema

La producción de cría de pollos en Empresa Avícola Ecuatoriana INCUBANDINA S.A., enfrenta desafíos importantes relacionados sobre todo con garantizar la calidad al nacimiento de los pollitos de la línea broiler y con ello cubrir las expectativas productivas de sus clientes, a pesar de contar con el recurso tecnológico y logístico siguen observando una variabilidad en la tasa de eclosión y en la salud de los pollos recién nacidos por lo que se plantean la siguiente pregunta: ¿Qué efecto tienen la temperatura, humedad y ventilación durante la incubación en la calidad del nacimiento en huevos de la línea broiler?.

A fin de hallar respuesta a su interrogante se dio paso a investigar si las condiciones actuales de las incubadoras cumplen con los factores extrínsecos optimas que les permita maximizar la producción de pollos de cría saludables y de buena calidad a fin de garantizar resultados productivos y con ello la rentabilidad de las explotaciones avícolas.

1.3 Justificación

La incubación es uno de los procesos biológicos de gran envergadura dentro del nivel productivo, ya que de esta depende el éxito o fracaso de los planteles avícolas, en la actualidad la incubación artificial ha ido reemplazando a la incubación natural debido a la gran demanda y a la facilidad de poder controlar el ambiente donde se lleva el proceso. Sin embargo, aún sigue existiendo la problemática de pollos recién nacidos débiles y de baja respuesta productiva. Existe una clara evidencia de que los factores extrínsecos de los huevos de línea broiler durante el proceso de incubación son factores predeterminantes para alcanzar un mayor desarrollo embrionario, mejora de la tasa de eclosión, garantizar la salud y bienestar animal, así como la sostenibilidad económica de las granjas, motivo por el cual esta investigación contribuiría de manera directa a la empresa INCUBANDINA S.A. al obtener datos reales que permitan una mejor tasa de eclosión, maximizando las ganancias y teniendo una base sólida para la configuración de los sistemas de incubación.

La identificación de los parámetros extrínsecos dentro del proceso de incubación se podrá impulsar el uso de tecnología, técnicas y métodos más eficientes en la industria avícola, la evaluación de dichos parámetros es un tema de gran relevancia que aborda uno de los problemas prácticos en la producción avícola y la industria en general (Masaquiza, D. 2021).

1.4 Objetivo: general y especifico

1.4.1 Objetivo General

Evaluar los parámetros extrínsecos en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler para valorar la calidad del nacimiento.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la variabilidad de la temperatura y su relación con el porcentaje de eclosión y porcentaje de mortalidad embrionaria en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler.
- Evaluar el impacto de los niveles de humedad en el porcentaje de viabilidad de los pollitos broiler.
- Determinar la efectividad de los sistemas de ventilación en la planta de incubación y su influencia en la salud de los pollitos recién nacidos en función al % del saco vitelino.

- Evaluar el impacto del volteo regular de los huevos en la incubadora sobre la calidad y peso de los pollos de un día de nacidos de línea broiler

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

En los últimos años el estudio de los factores extrínsecos en el proceso de incubación ha sido relevantes fundamentalmente por la importancia de alcanzar un mejor desarrollo embrionario alcanzar un mayor porcentaje de eclosión y garantizar la calidad del pollito al nacimiento, por lo que se presenta algunos antecedentes:

Para Castillo et al. (2021) temperaturas y humedad por encima de niveles óptimos (37.5-38.5 °C) y (40-60%) respectivamente fue uno de los factores extrínsecos que incrementaron la mortalidad embrionaria disminuyendo el porcentaje de eclosión y afectando a la calidad de los pollitos nacidos.

La selección del material genético a ser utilizado en los procesos de incubación es fundamental para lograr características positivas al momento del nacimiento como un buen desarrollo y crecimiento, buena conversión alimenticia y la resistencia a enfermedades (Dunnington & Siegel, 2009).

La genética también juega un papel importante en la respuesta de las nuevas crías a resistir enfermedades, pues su progenie muestra una mayor resistencia a patógenos comunes permitiendo reducir los costos de tratamiento y mejorar la productividad (Pérez et al., 2020).

Herrera & López (2020), manifiestan que una ventilación insuficiente afecto de manera negativa a la tasa de eclosión debido al aumento de los niveles de dióxido de carbono, por lo que enfatizan la necesidad de establecer sistemas de ventilación eficientes y eficaces que permitan asegurar el intercambio de gases durante el proceso.

La introducción de tecnologías avanzadas para el monitoreo de incubadores se convierte el objeto de estudio de muchas granjas a fin de implementar protocolos estandarizados, que den como resultado la calidad al nacimiento de polluelos que alcancen altos parámetros productivos. Ramírez et al. (2022), mostró que el uso de sistemas automatizados para el control de temperatura, humedad, ventilación y volteo de huevos incubados mejora significativamente la tasa de eclosión y la calidad de los pollitos, ya que esta permite ajustar las condiciones al tiempo real optimizando así el proceso de incubación.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Producción avícola en Ecuador

El sector avícola en el Ecuador, es un sector que ha crecido paulatinamente, sólo entre el 2018 y 2019, el número de aves criadas en campo y planteles avícolas creció 27%, el consumo de carne de pollo es vital en la dieta de los ecuatorianos y forma parte de la canasta familiar básica, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de carne de aves ocupa el segundo lugar a nivel mundial luego de la carne de cerdo (Sánchez, 2020).

En el Ecuador una de las fuentes de proteína animal más utilizadas por el consumidor es la carne de pollo formando parte de la dieta de los ecuatorianos y con ello de la canasta familiar básica, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la industria avícola y sus productos ocupa el segundo lugar a nivel mundial luego de las explotaciones de cerdos (FAO, 2020).

Según las cifras de CONAVE (2023) el Ecuador es uno de los países autosustentable en relación a la producción de carne de pollo y huevos de mesa, garantizando la seguridad alimentaria al proporcionar no solo la cantidad suficiente sino también la calidad de los mismos, según su registro estadístico en el 2022 se produjo 495 mil toneladas de carne de pollo a partir de la cría de 263 millones de aves de engorde, con un consumo per cápita de kg de pollo al año, al referirse a la producción de huevos de mesa en el mismo año se produjeron 3.812 millones de huevos, con una producción diaria en promedio de 10,4 millones y un consume de 212 huevos al año.

Según la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC (2021) la producción de aves del Ecuador en un 78.2% procede de planteles avícolas y el 21.83% provienen de criadores de tras patio los cuales ven en esta producción una fuente de recursos económicos viables, al mismo tiempo que se producen 47´431.058 de huevos de gallina por semana lo que representa el 84.52%.

Dentro de las 24 provincias de nuestro país se desarrolla la industria avícola en mayor porcentaje se habla de Guayas, Pichincha, Tungurahua, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, El Oro, Cotopaxi, Imbabura y Pastaza con el 80% de la producción de aves de

engorde y Tungurahua que evidencia que el 60% de aves de postura criadas dentro de planteles avícolas (ESPAC, 2021).

2.2.2. Origen del pollo de Engorde

El pollo de engorde (o pollo broiler) tiene su origen en el desarrollo de cruces genéticos específicos que comenzaron a mediados del siglo XX, principalmente en Estados Unidos, se seleccionaron y criaron variedades de pollos con características de rápido crecimiento y mayor desarrollo muscular, enfocándose en la producción de carne, esta selección genética permitió que los pollos alcanzaran un tamaño ideal en menos tiempo, lo cual hizo más eficiente la producción avícola, desde entonces, el pollo de engorde ha sido mejorado a través de técnicas de crianza y alimentación, consolidándose como una de las principales fuentes de proteína animal en el mundo (Regional, 2021).

La consolidación de este tipo de pollo de engorde ha estado asociada a la implementación de sistemas de crianza industrializados que permiten un control detallado de resultado de décadas de mejoramiento genético en función de lograr la máxima eficiencia de producción. Sin embargo, esta especialización genética ha planteado también desafíos, como la vulnerabilidad a enfermedades y problemas de bienestar animal asociados con el rápido crecimiento, lo que ha impulsado investigaciones en genética y bienestar animal para reducir los efectos negativos sin perder eficiencia productiva (Hernández et al., 2018).

2.2.3. Principales Razas de pollos

El pollo es una de las principales fuentes de proteína animal en el mundo debido a su versatilidad culinaria, bajo costo y perfil nutricional saludable. Las variedades de pollo de engorde se caracterizan por su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia y alto rendimiento en partes comerciales como la pechuga y los muslos (Huaraca, 2019).

Su carne es baja en grasas saturadas, pero rica en aminoácidos esenciales, vitaminas del grupo B y minerales como el fósforo y el selenio. Los sistemas de producción intensiva han optimizado su eficiencia, aunque plantean retos en sanidad y bienestar animal. Esto ha llevado a una mayor investigación en sostenibilidad y salud en la avicultura moderna (Piedrahita, 2006).

Broiler

Es conocida como pollos parrilleros, es una raza específica para utilizarla en preparaciones como a la brasa al carbón o a la parrilla, esta raza es robusta de gran tamaño, su alimentación se la realiza por medio de balanceados y son típicos para crianza en granjas, su carne es blanda y presenta un color rosa suave, esto se debe a que al ser pollos de criadero no realizan mayores fuerzo para conseguir su comida y tampoco algún esfuerzo físico al estar aglomerados en un corral (Hassan., 2015).

García & Cruz (2003) manifiestan que el pollo broiler considerado como pollo parrillero ha sido desarrollado y perfeccionado por diversas empresas de la industria avícola, siendo el resultado de modificaciones genéticas de aves de corral en el siglo XX de las razas Cornish y el White Plymounth Rock, las cuales presentan parámetros productivos de alta precocidad de gran musculatura, especialmente en el área del pecho y patas dando un alto rendimiento cárnico, alcanzando su peso de sacrificio en un periodo corto, generalmente entre 6 y 8 semanas.

Para Norton & Jacobs (2007) los pollos parrilleros son unas de las aves más resistentes a enfermedades, de tasa de crecimiento acelerada, su morfología permite un alto rendimiento cárnico, lo que los hace aptos para la producción intensiva. Su dieta debe ser rica en proteína y energía a fin de fomentar su rápido crecimiento.

Criollo

Son pollos de campo su crianza y alimentación se basa en el campo, se alimentan de gusanos, restos de comida, ciertas hierbas y granos de maíz, su carne es dura debido al esfuerzo que estos realizan para conseguir su alimento, se debe también a que se encuentran generalmente en libertad y caminan la mayor parte de su tiempo, motivo por el cual sus huesos y el color de su carne es diferente al de un ave de criadero (Vásquez & Rodríguez, 2010).

González & Hernández (2017) indica que los pollos criollos es una de las variedades tradicionales de las regiones de América Latina y otras partes del mundo, se caracteriza por ser una raza autóctona que se ha adaptado a diferentes tipos de climas y sistemas de cría ya sean condiciones de libre pastoreo o en sistemas controlados, de crecimiento más lento.

En cuanto a sus características fenotípicas su plumaje puede ser variado, con colores que van desde blanco, negro y marrón o una mezcla de los mismos, son resistentes a enfermedades y tiene gran habilidad para sobrevivir en condiciones difíciles, son tranquilos y rústicos, en cuanto a las características de su carne su textura es más firme y de sabor más pronunciado que los pollos industriales (Méndez & Sánchez, 2012).

Broiler rojo

Es similar al broiler blanco, de cuerpo robusto y gran tamaño, su carne es más dura que la del broiler blanco, sus huesos y su sabor inclusive son muy diferentes, esto debido a que es una raza propia para el campo, se la encuentra en grandes haciendas o en pequeñas viviendas en las cuales la gente los cría para su propio consumo (Díaz & Hernández, 2017).

El Broiler rojo es un hibrido proveniente del cruce entre varias razas, principalmente el Cornish y otras razas de plumaje rojo, de mediano crecimiento está entre 6 y 8 semanas, alcanzan pesos que oscilan entre 2.5 a 3.5 kg; su plumaje es de color rojo o marrón de piel amarilla de patas fuertes y musculosas**,** bajo condiciones controladas es una de las razas más resistentes a enfermedades (González & Rodríguez, 2010).

Castañeda & Herrera (2013) manifiesta que el broiler rojo al ser una raza hibrida es seleccionada por la industria avícola para maximizar la producción de carne al mantener una alta conversión alimenticia.

2.2.4. Líneas Comerciales de Pollos

Las líneas comerciales de pollos se dividen en dos grandes categorías: pollos de engorde y ponedoras, cada una desarrollada genéticamente para funciones específicas en la producción avícola. Las líneas de engorde, como Ross y Cobb, están optimizadas para un crecimiento rápido y alto rendimiento de carne en un corto periodo, especialmente en pechuga y muslos. Las líneas de ponedoras, como Hy-Line y Lohmann, se crían para una alta productividad de huevos y mayor resistencia a enfermedades. Estos linajes comerciales son el resultado de años de mejoramiento genético y selección intensiva, buscando eficiencia y calidad

en la producción, aunque también han generado preocupaciones sobre diversidad genética y bienestar animal (Baker, 2019).

Es conocida como pollos parrilleros, es una raza específica para utilizarla en preparaciones como a la brasa al carbón o a la parrilla, esta raza es robusta de gran tamaño, su alimentación se la realiza por medio de balanceados y son típicos para crianza en granjas, su carne es blanda y presenta un color rosa suave, esto se debe a que al ser pollos de criadero no realizan mayores fuerzo para conseguir su comida y tampoco algún esfuerzo físico al estar aglomerados en un corral (Hernández., et al. 2018).

En Ecuador, las líneas comerciales de pollos son fundamentales en la industria avícola, que se ha convertido en una de las principales fuentes de proteína animal del país, la producción avícola ecuatoriana utiliza principalmente líneas de engorde como ross y cobb, debido a su alto rendimiento en carne y su rápido crecimiento, lo que permite satisfacer la creciente demanda interna de carne de pollo. Para la producción de huevos, se utilizan líneas de ponedoras como hy-line y lohmann, que destacan por su productividad y adaptabilidad al clima ecuatoriano (Baker, 2019).

Cobb

La línea cobb, tiene el compromiso de ir creciendo el potencial, desarrollando la producción de las reproductoras , pollo de engorde, el éxito de cobb a nivel mundial ha demostrado experiencia a las razas de pollos de engorde que cumple un amplio rango de situaciones climáticas fríos cálidos, galpones de ambiente abiertos y controlados (Huaraca, 2019).

Para Hernández et al. (2018) la línea cobb es una de las más reconocidas en la industria avícola, especialmente para la producción de carne, es muy reconocida por su alta eficiencia en reacción a la conversión alimenticia, lo que beneficia su rápido crecimiento y su excelente rendimiento dentro de sus parámetros productivos.

Los pollos cobb poseen una alta tasa de crecimiento, lo que significa una mayor ganancia de peso en un menor tiempo, beneficiando la mayor rotación y aprovechamiento de recursos, esto se bebe a su excelente conversión alimenticia, mayor rendimiento a la canal,

mayor resistencia a enfermedades, mejor adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas volviéndola apta para su cría en diversas regiones y sistemas de producción, producen carne de alta calidad de excelentes características organolépticos (Baker, 2019).

Ross

Es la línea de aves reproductoras número uno en el mundo, con una línea de productos que ofrece a los clientes una solución para todas las necesidades, genética de primera clase, rendimiento de producto y extensa red de distribución mundial, no es sorprendente que el ave ross sea la opción preferencial en la industria avícola **(**Aviagen, 2020).

La línea ross es otra de las explotaciones más destacadas en la industria avícola, por su buen rendimiento eficiencia y adaptabilidad, su tasa de desarrollo y crecimiento permite lograr buenos pesos para el mercado en un periodo corto, la consideración de conversión alimenticia mantiene una buena eficiencia requiriendo menos alimentos para ganar un kilogramo de peso corporal (Leeson & Summers, 2019).

2.2.5. Generalidades de la incubación

Para Sánchez & López. (2008) la incubación es un proceso donde su principal actividad realizada por la gallina al juntar una entre 12 y 18 unidades, esta actividad consiste en sentar sobre ello a la gallina durante un periodo de 21 días aproximadamente, hasta que los pollitos comienzan a romper el cascaron.

La incubación es el proceso en el cual se proporcionan las características adecuadas como temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos, para que los embriones dentro de los huevos se desarrollen y logre el porcentaje de eclosión optimo. (Castillo, 2018).

Un huevo incubado hace referencia a un huevo que alcanzó su eclosión después de ser fertilizado, el proceso de incubación no es complejo, pero requiere de un manejo correcto en función a los factores que intervienen para su correcto desarrollo como la temperatura, la humedad, el volteo, entre otros, el éxito o fracaso de este proceso depende de la habilidad y

el conocimiento aplicado, así como también del porcentaje de fertilidad de los huevos llevados al proceso (Berry, 2020).

2.2.6. Tipos de Incubación

Incubación Natural

Este tipo de incubación es el proceso en el cual las aves como la gallina cubre a sus huevos con su cuerpo a fin de proporcionar las condiciones necesarias para el desarrollo del embrión y alcanzar la eclosión, las características que debe mantener este tipo de incubación como: temperatura (37.5°C) y humedad que es controlado por la gallina, la cual realiza un volteo periódico para asegurar que el embrión se desarrolle de manera uniforme y evitar que se adhiera a la cascara; aunque la gallina no tiene control directo sobre la ventilación, su movimiento y posición permite el intercambio de gases óptimos para que el embrión alcance su desarrollo. (Barboza, 2021).

Incubación Artificial

La incubación artificial se realiza utilizando una incubadora donde sus parámetros internos y manejo requeridos para el proceso dependen de manera directa de una maquina automática la misma que es un dispositivo que simula las condiciones del nido de una gallina con el objetivo de lograr un porcentaje óptimo de eclosión. (Erazo, 2016).

Este método es ampliamente utilizado en la producción industrial de pollos y aves ya que permite manejar grandes cantidades de huevos, pues su función es simular lo más cercano posible a una incubación natural, a su vez se logra con precisión los factores ambientales como temperatura, humedad, volteo entre otros. **(**Pescatore & Dittmer, 2015).

Para (Cedeño, 2022). Una de las características claves para logra un adecuado proceso de incubación artificial es el manejo automático de temperatura la cual deberá ser de 37.5°C (99.5°F) y de humedad relativa de 50-60%, la cual deberá aumentarle al finalizar el proceso con el objetivo de asegurar un ambiente adecuado evitar la deshidratación del pollito dentro del cascarón y alcanzar el éxito de la eclosión.

Las incubadoras modernas cuentan con un volteo automático de los huevos con la finalidad de evitar la adhesión del embrión a la cascara, alcanzar un adecuada distribución y uniforme del calor, mejorar el intercambio de gases el cual es vital para la supervivencia del embrión y con ello estimular el desarrollo embrionario. (Sánchez & López, 2008).

En términos más simples, la incubación se refiere a la fase de desarrollo de un embrión dentro de un huevo, desde su fertilización hasta el momento en que el ave o animal emerge (eclosiona). Durante este período, los embriones requieren temperaturas constantes, suficiente humedad y, en muchos casos, ventilación la cual dentro de las incubadoras artificiales proporciona el flujo necesario para el desarrollo embrionario ya que esta proporciona a los embriones el oxígeno necesario y elimina el dióxido de carbono mejorando la tasa de eclosión. (Sáenz, 2021).

2.2.7. Importancia de la incubación de huevos

Dentro de la industria de la producción avícola, el proceso de incubación de huevos fértiles es el origen para el desarrollo de un nuevo ser y la perpetuación de la especie, siendo la clave para la obtención de pollitas de engorde y postura.

En el Ecuador existen muchas empresas dedicadas a facilitar el proceso de incubación artificial con la finalidad de solventar las demandas del mercado existe y garantizar así la seguridad alimentaria. (Sáenz, 2021).

Para (Oviedo, 2015). La incubación de huevos fértiles es un proceso biológico crucial para el desarrollo exitoso de muchas especies animales, especialmente aves y reptiles, el cual puede ocurrir de forma natural o artificial su objetivo es asegurar un desarrollo embrionario adecuado y alcanzar el nacimiento de animales viables y con buena salud que garanticen su desarrollo y producción.

Según (Jones., et al. 2015), el proceso de incubación es indispensable para alcanzar el desarrollo normal del embrión, factores como la temperatura, humedad, ventilación y volteo durante este proceso es indispensable para alcanzar polluelos de alta calidad que garantizan su desarrollo crecimiento y engorde.

Con la incubación artificial logramos substituir la incubación natural la cual es el proceso natural de las aves para reproducirse, entre los elementos importantes en el periodo de incubación tenemos: ventilación, temperatura, humedad, volteo de los huevos y tiempo de incubación, donde la temperatura es el mecanismo de mayor importancia en el proceso de incubación, el calor es relacionado por el ave adulta, también controla el microclima del huevo en entornos naturales; o por la maquina incubadora, que en la industria avícola actual reemplaza el papel de la madre. (Cedeño, 2022).

2.2.8. La fisiología de la incubación

La fisiología de la incubación se refiere a los procesos biológicos y fisiológicos que ocurren dentro del huevo durante el periodo incubación, en esta fase el embrión experimenta varios cambios que involucra la interacción de diversos factores, como la temperatura, humedad volteo, ventilación entre otros (Acan, 2012).

Metabolismo y Desarrollo Embrionario

Al inicio del proceso el embrión se alimenta de los nutrientes como las proteínas, grasas y carbohidratos contenidas en la yema del huevo, la cual proporciona la energía y crecer, esta fase comienza inmediatamente después de la fertilización y a medida que el embrión se desarrolla, su metabolismo se acelera alcanzando los procesos biológicos esenciales para la supervivencia y crecimiento (Huaraca, 2019).

Desarrollo celular y formación de estructuras embrionarias

En esta fase el embrión experimenta un rápido proceso de división celular permitiendo diferenciar en capas de tejido (ectodermo, mesodermo y endodermos) los cuales formarán los diferentes órganos y sistemas del embrión, en el día 1-3 de incubación se forma el sistema cardiovascular (corazón) (Alejandro & Muñoz, 2023).

Formación de los órganos

A partir del 4 día se empieza a formar los principales sistemas del embrión como el digestivo, nervioso y respiratorio. Bajo este contexto al durante el día 4-6 se forma el tubo neural, el cual es el precursor del cerebro y la medula espinal, la formación de los ojos y órganos sensoriales se da entre el día 5-7, los pulmones, riñones y el desarrollo de músculos empiezan a desarrollarse entre los 7-14 días (Barboza, 2021).

Producción de calor y generación de energía

El metabolismo del embrión también se caracteriza por la producción de calor, pues a medida que el embrión utiliza los nutrientes de la yema, se genera subproductos como el dióxido de carbono (CO_2), el mismo que debe ser eliminado a través del intercambio gaseoso. (Cedeño, 2022).

Crecimiento y diferenciación celular

Durante esta fase, los órganos y tejidos del embrión continúan su proceso de crecimiento y se da el desarrollo de los músculos, huesos y tejidos conectivos se da entre los 18 y 21 días de incubación, se presenta el movimiento embrionario preparándose para la eclosión (Vargas, 2021).

Formación de estructuras para la eclosión

Esta es la última fase aquí el embrión realiza movimientos de rotación y posicionamiento en el huevo para colocarse en la posición ventral para dar lugar al proceso de eclosión, el embrión utiliza un pico dentado llamado diente de huevo con la finalidad de iniciar la ruptura de la cáscara, finalizando la fase de desarrollo y dando inicio la eclosión (Hinojosa, 2011).

2.2.9. Parámetros Extrínsecos en el Proceso de Incubación

La duración del proceso de incubación varía según la especie, en el caso de los huevos de gallina este proceso dura 21 días. Sin embargo, este tiempo puede cambiar dependiendo de los factores extrínsecos e intrínsecos. Existe una relación entre las condiciones internas del

huevo y el ambiente externo los cuales pueden afectar a la tasa de incubación, por lo que es necesario considerar algunos factores como temperatura, humedad, volteo, ventilación entre otros. (Sánchez & López, 2018).

Temperatura

Dentro del proceso de incubación la temperatura es uno de los parámetros más importantes en la incubación, la cual debe ser constante y con un valor de 37.5°C a fin de asegurar el desarrollo adecuado del embrión es fundamental brindar el calor correcto para que la incubación sea exitosa. (Scholtyssek, 2018).

El rango de temperatura es de 37-38°C, siendo necesario alcanzar el calentamiento de los huevos durante el proceso de incubación artificial para lograr el intercambio de calor entre el aire y los huevos. Si la temperatura es demasiado baja el desarrollo embrionario es más lento lo que resultaría un crecimiento deficiente o en muerte embrionaria debido a la detención del metabolismo (Smith, 2019).

Para Scholtyssek (2018) temperaturas demasiado altas por encima de los 38 °C puede ser perjudicial para el desarrollo embrionario provocando la mortalidad embrionaria, siendo necesario mantener una temperatura lo más constante posible, sin embargo las variaciones extremas o prolongadas incrementa la tasa de eclosión, es necesario mencionar que en las incubadoras manuales o automáticas se enmarca temperaturas que oscilan entre 37 y 38 grados C recordando que a medida que se acerque la eclosión la temperatura deberá disminuirse.

Los efectos resultantes de la temperatura en el desarrollo embrionario dependerán del estado fisiológico del proceso de incubación, temperaturas bajas retrasan el desarrollo embrionario experimentando un crecimiento más lento teniendo como consecuencia una eclosión tardía, a su vez temperaturas muy altas el embrión puede experimentar estrés térmico lo cual también afecta a su desarrollo provocando daños a sus órganos internos en ambos casos el resultado sería negativo pues se incrementaría la muerte del embrión (Vargas,2021).

Bajo este contexto es necesario manejar incubadoras modernas que tienen un sistema de aire forzado que ayudan a mantener la temperatura deseada que se encuentra entre 37.7

desde el día 1 hasta el día 18 e iniciando y a partir del día 19 la temperatura deberá descender a 36.5, con la finalidad de alcanzar altos parámetros de incubabilidad (Masaquiza, 2021).

La temperatura es considerada como uno de los parámetros más importantes dentro del proceso de incubación, siendo necesario controlar los niveles máximos y mínimos de tolerancia los huevos se predisponen a obtener problemas embrionarios, en este caso: El nivel máximo de tolerancia debe ser de 38.5 º C y el nivel mínimo de tolerancia debe ser de 37.5 º C (Alonso & Rodríguez, 2010).

Una mala calibración de temperatura puede afectar al desarrollo embrionario, temperaturas muy altas provoca un sobre calentamiento que causa el daño del embrión provocando anormalidades crónicas, cuando la temperatura es menor de la normal el desarrollo embrionario se retrasa y asimismo la formación fisiológica del embrión, en este caso la mortalidad embrionaria se ve afectada en los tres y cuatro primeros días de formación, por lo que es necesario una temperatura constante en cada una de las fases a fin de que todos los embriones se desarrollan de manera similar y alcancen una alta taza de eclosión.(Acan, 2019).

Humedad

La Humedad es otro de los factores extrínsecos que influyen dentro de proceso de incubación de huevos pues este garantiza un nivel adecuado de humedad el cual es esencial para asegurar el desarrollo correcto del embrión logrando una eclosión exitosa, para Barboza, C (2021), durante el proceso de incubación, un porcentaje de agua del huevo se pierde debido a la evaporación la misma que es absorbida por el embrión siendo requerido la incorporación de agua constantemente en la incubadora, con la finalidad de proporcionar suficiente humedad.

Castillo, R. (2018). Manifiesta que el rango de humedad relativa (HR) ideal en el proceso de incubación dependerá de la especie en aves como la gallina se recomienda una humedad que oscila entre el 50-60% durante las primeras etapas de incubación y entre 65-75% en los últimos días, justo antes de la eclosión.

Para (Masaquiza, 2021). La pérdida de agua por evaporación durante la fase de incubación provoca la pérdida de calor de los huevos y los embriones pierden agua a través de la cascara del huevo por lo que se hace necesario la incorporación constante en la

incubadora, pues el nivel de humedad influye en la velocidad con la que ocurre está perdida, si la humedad es muy baja, la cáscara se deshidrata demasiado rápido, lo que puede afectar el desarrollo del embrión.

Bajo este contexto se infiere que la humedad deberá estar en equilibrio con la temperatura de incubación a fin de mantener parámetros adecuados que ayude a prevenir la deshidratación asegurando que el embrión no pierda demasiada agua durante la incubación pues una falla en este podría retrasar o incluso impedir su desarrollo, la mitad de la segunda parte de la incubación, procede al método de evaporación de agua donde se elimina eell dióxido de carbono y absorbe oxigeno puro, en proceso final se requiere elevar la humedad a fin de ayudar en la eclosión (Castillo, 2018).

Regular la pérdida de peso del huevo durante el proceso de incubación, asegura que esta pérdida de peso ocurra de manera controlada lo que es necesario para el desarrollo correcto del embrión, permitiendo una buena conformación y estructura ósea del embrión y un buen tamaño y peso del polluelo previo al nacimiento, alcanzando polluelos capaces de alcanzar un desarrollo productivo potencial (Oviedo, 2015).

(Alonso & Rodríguez, 2010). Indican que un mal manejo de la humedad provoca varias desventajas dentro del proceso de incubación, en el caso de una humedad baja provoca una deshidratación del embrión, dificultad en la eclosión, aumento del riesgo de infecciones, lo que provocaría un desarrollo anormal o muerte del embrión, dificultad del polluelo para romper al momento de la eclosión y la baja humedad puede dañar la cascara lo que facilita la entrada de bacterias y otros patógenos.

Una humedad excesiva provocaría la inhibición del intercambio de gases reduciendo la cantidad de oxígeno afectando negativamente el metabolismos y crecimiento del embrión, también ocasionaría cascaras débiles o blandas, un exceso de humedad puede debilitar la cascara del huevo incrementando el riesgo de ruptura del huevo antes de completar la incubación, a su vez dificulta el control del peso del huevo (Vásquez & Rodríguez, 2010).

Ventilación

(Zhang & Li, 2022). Mencionan que la ventilación en incubación se refiere al proceso de circulación y renovación del aire dentro de una incubadora para conservar un ambiente correcto por lo que es necesario regular la ventana de ventilación de acuerdo a los días de

incubación debido a que el embrión necesita el intercambio de gases como Oxigeno (O2) y dióxido de carbono (CO2).

Para (Gao et al., 2018) el intercambio gaseoso dentro de la cámara de incubación es necesario para el normal crecimiento y desarrollo de los embriones de las aves y en el caso de que esto no pase resultaría tóxico y los nacimientos declinarían cuantiosamente.

Dentro de las características de la ventilación en la incubación es lograr la proporción de intercambio de gases, a fin de controlar el oxígeno disponible y la eliminación de CO2, controlar la temperatura y humedad; aplicación de sistemas de ventilación acorde a la necesidad los mismos; distribución homogénea del aire indispensable para que el aire circule de manera uniforme en el interior de la incubadora (Donoghue & Donoghue, 2009)

Gao et al. (2018) manifiesta que las ventajas del correcto manejo del factor extrínseco, mejora la tasa de eclosión, pues garantiza que los embriones reciban el adecuado suministro de oxígeno y elimina eficazmente el dióxido de carbono, a su vez previene anomalías provocadas por una acumulación de gases nocivos, un manejo correcto facilita también el control de ambiente y está garantiza la eficiencia energética al mantener una temperatura y humedad constante.

Entre las desventajas de la ventilación durante el proceso de incubación es el costo adicional de se genera dentro del proceso productivo pues las incubadoras con sistemas de ventilación incorporado en el mercado son más caras; otro de las desventajas es el riesgo de contaminación sobre todo cuando los sistemas de ventilación están mal mantenidos o con los filtros inadecuados pudiendo propagar bacterias o patógenos que afectarían a la salud del embrión (Oviedo, 2015).

Es indispensable lograr un control de la ventilación en la incubadora y es importante el conocimiento técnico a fin de comprender los factores físicos y biológicos para una buena operación de los equipos, tomando en cuenta que si la incubadora no está bien equilibrada, puede provocar fluctuaciones de temperatura lo que afecta de manera negativa al desarrollo embrionario (Castillo, 2018).

Volteo

Dentro del proceso de incubación natural esta actividad es generada de manera involuntaria por la misma ave a través de las patas con cada cierta frecuencia, mientras que

en la incubación artificial este proceso consiste en girar los huevos en intervalos regulares simulando el volteo natural con el mecánico de manera periódica en los primeros 18 días de incubación, con la finalidad de prevenir que las membranas internas se peguen al embrión (Masaquiza, 2021).

En el caso de las incubadoras utilizadas el volteo de huevos se debe realizar de manera constante, con un tiempo de intervalo de rotación de los rodillos que ocurre cada 90 minutos con una acción de 20 segundos por rotación dando un total de 16 volteos por día; cuyo proceso se llevó a cabo del día 1 al 18, y a partir del día 19 al 21 los huevos se transportan a las nacederas con el objetivo de obtener una quietud total de los mismos (Zhang & Li, 2022).

Para Gao et al (2018) indica que las características de volteo debe cumplir con la frecuencia entre 4 a 6 veces por día durante los primeros 18-19 días dependiendo de la incubadora utilizada, los métodos pueden ser manuales o automáticos siendo el segundo el más utilizado el cual utiliza un mecanismos que gira de manera homogénea manteniendo el calor y humedad; es necesario un correcto ángulo de giro el cual es aproximadamente de 45 grados en cada rotación lo cual permite la distribución de los líquidos de la cascara se distribuyan de manera homogénea.

Las ventajas del de un correcto volteo es evitar que el embrión se adhiera a la membrana interna de la cascara, asegurando el movimiento libre del embrión dentro del huevo y recibir los nutrientes de manera adecuada; la rotación ayuda a que los vasos sanguíneos del embrión se distribuyan de manera equilibrada lo que resulta en una mejor oxigenación (Gao et al., 2018).

Para Donoghue & Donoghue (2009) la regulación del calor y humedad al mover los huevos permite una distribución más homogénea del intercambio de gases vital para el desarrollo embrionario por lo tanto la simulación de condiciones naturales durante este proceso mejora el bienestar general de los embriones garantizando polluelos de calidad.

Una incubadora situada a 1500 metros sobre el nivel del mar enfrenta desafíos como retraso del desarrollo embrionario, menor porcentaje de eclosión y periodos de incubación más largos. En la zona sierra la altitud baja la presión atmosférica de los huevos pierden más agua por lo que no conviene bajar demasiada humedad en la primera fase y en última etapa la humedad sube, razón por la que no se recomienda empezar con valores altos dentro de la

incubación, esta calibración varia acorde a los ajustes que se va dando mediante el proceso de incubación y nacimiento (Tullett, 2013).

Tabla 1

Calibración recomendada para la zona sierra.

Factores extrínsecos	**Calibración Sierra**
Temperatura	37,5°C
Humedad	50%
Volteo	40°
Ventilación	40,5 km/h

Ovoscopía

Zhang & Li (2022) determina que es una de las técnicas más utilizadas durante la incubación artificial que permite la inspección visual del interior del huevo con la finalidad de evaluar el desarrollo del embrión, es una técnica no invasiva pues no requiere abrir el huevo y se utiliza luz intensa permitiendo observar tras la cáscara su interior, para ello se utiliza el ovoscopio la cual proyecta una luz potente para realizar la observación del interior.

El proceso de ovoscopia se lleva a cabo entre los días 7 y 14 o durante el inicio o finalización del proceso de incubación a fin de verificar la vialidad del embrión y sus progreso, este método diafanoscópico se basa en la traslucidez de la cáscara y en las diferencias de transmisión lumínica que presentan las estructuras internas del huevo, cuyo objetivo sea que la energía de la incubadora se centre solo en los huevos viables y evitar explosiones internas pudiendo afectar a los que rodean al huevo (Gao et al., 2018).

Dentro de sus ventajas es la detección temprana de los problemas de desarrollo facilitando el retiro de huevos no viables antes de que afecten el ambiente de la incubadora y reduzca la tasa de eclosión; proporciona información valiosa sobre el progreso embrionario, evaluando la formación de vasos sanguíneos, el tamaño del embrión y la

posición relativa dentro del huevo finalmente permite la optimización de la tasa de eclosión al eliminar de forma temprana de los huevos no viables (Oviedo, 2015).

En cuanto a las desventajas el riesgo de manipulación puede alterar las condiciones de temperatura y humedad, a su vez se puede afectar al desarrollo embrionario el cuál se puede afectar por la exposición prolongada de la luz causando un daño a la salud del embrión; Limitaciones en el uso de la ovoscopia en huevos con cáscara gruesa o pigmentada, lo que dificulta la visibilidad y la correcta evaluación del embrión al requerir de cámaras automáticas que integren tecnología avanzada puede incrementar los costos de operación (Donoghue & Donoghue, 2009).

2.2.10 Parámetros de Valoración de Calidad de Pollitos de un Dia de Nacido

Porcentaje del Saco Vitelino

Para Aviagen (2019) el porcentaje del saco vitelino es uno de los parámetros más importantes que debería ser evaluado pues este permite determinar la salud inicial del pollo broiler blanco ya que proporciona los nutrientes esenciales requeridos durante toda la etapa para alcanzar excelentes desarrollos y garantizar su normal desarrollo.

Un porcentaje adecuado de saco vitelino, se traduce en una absorción completa de sus nutrientes, lo que indica que el pollito broiler blanco será saludable y con buen potencial de crecimiento, reflejando su capacidad para enfrentar las demandas energéticas de su organismo en el proceso de adaptación al nuevo entorno. Al valorar la relación del porcentaje del saco vitelino con la calidad de los pollitos (Hernández & García,2015).

Aspecto del Ombligo

Esta característica es otro indicador que nos sirve para evaluar la calidad al nacer, su correcta cicatrización es fundamental pues refleja el estado del proceso de absorción del saco vitelino, en otras palabras, un ombligo limpio, seco y bien cerrado indica que el pollito ha absorbido adecuadamente los nutrientes del saco vitelino y está en condiciones de iniciar sus etapas fisiológicas con éxito. Al contrario, la presencia de un ombligo húmedo, inflamado o con signos de infección puede ser un indicador de problemas de salud en el pollito, lo que ocasionaría una baja inmunidad y su capacidad para adaptarse a su nuevo ambiente de vida (Lindner & Hill, 2016).

Estado de Patas

Uno de los primeros elementos que permite observar el estado de salud de los pollitos recién nacidos es el estado de patas, por lo tanto, un pollito que presente un buen reflejo y movilidad de las patas indica una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo físico adecuado durante su vida, razones suficientes para evaluar el reflejo de las patas y la capacidad para sostenerse y moverse después del nacimiento. La usencia de este reflejo o la presencia de patas débiles que dificulten mantener de pie a pollito es un indicativo de la deficiencia en su desarrollo prenatal o de un problema de salud, lo que comprometería la viabilidad del animal, es fundamental valorar mal formaciones o deformaciones lo que sería signo de una alteración genética o de un manejo inadecuado durante el proceso de incubación repercutiendo directamente en el desarrollo del ave (Elkin & Thompson**,** 2013).

Reflejo y Comportamiento Motor

Un pollito que presenta un reflejo de postura vigorosa, erguida y que puede caminar rápidamente es un indicativo de buen estado físico y de salud, indicando que ha completado el proceso de incubación sin problemas, es importante valorar el reflejo de agarre el cual consiste que el pollito agarre objetos con sus patas, lo cual es un indicativo de desarrollo neurológico adecuado su ausencia podría ser la respuesta a una señal de debilidad muscular o problemas en el sistema nervioso, bajo este contexto el pollito debe cumplir con ciertas características como caminar normal, mantener una buena postura lo cual garantiza el desarrollo exitoso en los planteles productivos (Reyna & García, 2020).

Estado del Pico

La valoración de este parámetro es de mucha importancia pues permite evaluar la calidad de los pollitos broiler blanco ya que influye de manera directa en su capacidad para alimentarse, lo cual es esencial para su supervivencia, desarrollo y crecimiento, por lo que un pico bien formado, sin deformaciones y limpio es un indicador de buena salud, en otros términos un pico que presenta una forma y tamaño adecuado proporcional al pollito garantizara un consumo de alimento y agua eficiente por ejemplo picos muy alargados o curvos dificultan el consumo y por ende la capacidad del pollo broiler blanco para alimentarse adecuadamente provocando deficiencia nutricionales, por otro lado la higiene y

apariencia del pico libre de residuos de cáscaras o sangre es una señal de que el pollo ha pasado por un proceso de nacimiento deficiente, con complicaciones lo que podría afectar a su salud (Lindner & Hill, 2016).

Hipótesis

H1: La correcta manipulación de los parámetros extrínsecos, como la temperatura, humedad, ventilación y volteo en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler, influye sobre el desarrollo embrionario, porcentaje de eclosión y calidad de pollitos al nacimiento.

H0: La correcta manipulación de los parámetros extrínsecos, como la temperatura, humedad, ventilación y volteo en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler, no influye sobre el desarrollo embrionario, porcentaje de eclosión y calidad de pollitos al nacimiento.

2.3. Variables

Variable Dependiente:

- Mortalidad Embrionario
- Porcentaje de Eclosión
- Porcentaje de Incubación
- Porcentaje de Viabilidad

Valoración de la calidad del pollito al nacimiento: Peso en (g) del pollito recién nacido, Porcentaje del saco vitelino, Reflejo y Comportamiento Motor, Estado del Pico, Patas lustrosas y sin deformidades, Son Factores Importantes para garantizar el desarrollo en el futuro (Hassan *et al.*, 2018).

Variable Independiente: Parámetros extrínsecos

- Temperatura
- Humedad
- Ventilación
- Volteo

2.4. Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de las variables de estudio

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Técnicas e Instrumentos de Medición
Independiente	Temperatura. Los datos de temperatura se verificarán diariamente de forma manual para garantizar su estabilidad.	• Cámara de incubación 1 Temperatura de 37.55ºC • Cámara de incubación 2 Temperatura de 37.6ºC • Cámara de incubación 3 Temperatura de 37.55ºC	Grados Celsius (℃)	Razón	Observación Visual Uso de Termómetro Digital
Independiente	Humedad	Nivel de vapor de agua que está presente en el aire dentro de la incubadora	Porcentaje	Razón	Observar Visual
Independiente	Volteo	Girar los huevos como una tentativa para replicar el instinto de la madre gallina	Unidad (Número de volteos)	Razón	Observar Visual y Volteo de forma Manual
Independiente	Ventilación	Es necesaria en el transcurso de la incubación ya que aporta el oxígeno que el embrión debe absorber y para eliminar el dióxido de carbono	Metros cúbicos por hora (m^3/h)	Razón	Observar Visual y Ventilación de forma Manual
Independiente	Tiempo que dura el proceso de incubación.	Periodo desde que entran los huevos a la planta hasta que nacen los pollitos	Días	Razón	Observar Visual
Dependiente	Calidad del pollo al nacimiento	Características del pollito recién nacido	Plumaje seco Ombligo cicatrizado	Nominal	Observación Visual y descriptiva

Patas lustrosas Ojos redondos Pico sin ninguna lesión Reflejo del pollito recién nacido Peso del pollito Peso del saco vitelino	Toma de datos con el uso de una balanza gramera Digital

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación se realizó en la provincia de los ríos cantón Montalvo, en incubadoras de la empresa Incubandina s.a.

3.1. Tipo, nivel y métodos de Investigación

La investigación sobre la evaluación de parámetros extrínsecos en la incubación de huevos de línea broiler tuvo un enfoque descriptivo que nos permitió describir los parámetros extrínsecos como temperatura, humedad, ventilación y volteo de huevos de la línea broiler y su impacto sobre la calidad de pollitos al nacimiento y correlacional porque se analizaron los datos obtenidos de eclosión y mortalidad bajo efecto de las diferentes variaciones de parámetros extrínsecos. El nivel de investigación tuvo un enfoque práctico y numérico a fin de medir los parámetros de incubación y sus resultados, el método de investigación fue observacional y estadístico a fin de comprender como los parámetros de incubación afectaron al desarrollo embrionario, porcentaje de eclosión y calidad de pollito al nacimiento.

3.2. Población y muestra

La población de estudio fue de 360 huevos fértiles de la línea broiler los cuales se incubaron en tres cámaras con diferente temperatura dentro de la planta de incubación INCUBAMDINA S.A., la muestra se seleccionó utilizando un enfoque aleatorio tomando así las bandejas del coche ubicadas en la parte alta, media y baja en cada una de las cámaras de incubación, siendo así 6 repeticiones por cada cámara de incubación, 18 unidades experimentales, 120 huevos por unidad experimental dando un total de 360 huevos, a fin de poder valorar las variables en estudio y obtener los resultados de cada una de ellas arroje permitiendo la publicación y socialización de los mismos a productores avícolas.

3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de la información

3.3.1. Selección del Material Genético

En la selección del material genético se utilizó huevos fértiles del lote P48 de reproductoras 64s/v para lo cual se tomó en consideración las siguientes características fenotípicas de: tamaño, peso que oscila 50-60g, color del huevo; sin que presenten fisuras en el cascaron, los mismos que se colocaron en bandejas.

Luego de la selección se almacena en coches y colocamos etiquetas con fecha y lote, esto tardo de 5 a 7 días o más tiempo dependiendo de las cargas que se planifiquen.

3.3.2. Precalentamiento de la incubadora

Después de su limpieza y desinfección de las maquinas, el personal técnico procedió a configurar y a revisar los parámetros extrínsecos establecidos en el transcurso de 24 horas y lograr una aclimatación requerida.

El precalentamiento de los huevos se realizó por 7 horas distribuidas; 5 horas a una temperatura de 23.9 ºC y las 2 horas siguientes con 25ºC consideradas en el día cero. Posteriormente desde los 7 hasta los 14 días se realizó la ovoscopia trasluz para identificar así los huevos fecundos e infecundos a una temperatura de 37-38 °C; también se procedió a colocar un recipiente con agua para mantener la humedad relativa dentro de la incubadora la misma que debe estar en constante revisión y evitar la deshidratación del cascaron del huevo, por medio del anemómetro se controló que exista una adecuada ventilación dentro de la cámara de incubación ya que los ventiladores tienden a fallar por momentos y esto implica en el desarrollo embrionario ,debido a ello se observó que el volteo se efectué cada hora, hasta cumplir 19 días ,se utilizó un termómetro digital y un anemómetro para controlar los parámetros de incubación (temperatura, humedad, volteo y ventilación) .

Durante todo este proceso se estuvo monitoreado constantemente que no exista descargas de energía que afecten al generador lo cual provoca que se retrase su activación y descompense la calibración de las maquinas.

Nacedoras

Luego de cumplir los 19 días en la incubadora, se transfirió los huevos a las nacedoras por un tiempo determinado de 2 días, con temperaturas promedio de 37,8 °C con 55% de humedad; etiquetando las muestras que fueron seleccionadas para el experimento, cumpliendo de esta manera los 21 días de incubación.

3.3.3. Análisis de los Factores extrínsecos

La recolección de datos de las 3 incubadoras (Icb1, Icb2, Icb3) se realizó 6 tomas en el día en horario detallado a continuación: al llegar a la planta de incubación se realizó la primera toma 6:00am, en la media mañana10:30am, al medio día 12:00pm, tarde 1:00pm, media tarde 5;00pm, y noche 7:00pm. obteniendo como promedio los siguientes datos:

Primera incubadora (T=37.55ºC, HR= 83.33, VL= 40. 91º, V=29.4)

Segunda incubadora (T=37.6ºC, HR= 83.1, VL= 41. 35º, V=40.6)

Tercera incubadora (T=37.55ºC, HR= 83.5, VL= 41.08º, V=39.55)

Para ello se utilizó equipos digitales como termómetro y anemómetro.

3.3.4. Mortalidad Embrionaria

Al alcanzar el día 12 del proceso de incubación se realizó la ovoscopía a fin de examinar la fertilidad de los huevos mediante observación trasluz identificando huevos fertilizados y no fertilizados siendo un protocolo crucial que nos permite maximizar el porcentaje de eclosión y asegurar la viabilidad de los mismos.

Según García & López, (2021) recomienda esta fórmula para el cálculo:

$$\text{Fertilidad (\%)} = \frac{\text{Número de huevos fertilizados}}{\text{(Número total de huevos)}} \times 100$$

3.3.5. Transferencia

Una vez transcurrido 19 días de incubación se procedió a trasladar los huevos desde la incubadora a la bandeja nacedora la cual conto con una temperatura de 37,4 ºC y una humedad del 70% la misma que se requiere para ablandar el cascarón y sea más fácil el nacimiento de los nuevos polluelos.

3.3.6. Porcentaje de Eclosión o Incubación

Una vez cumplidos los 20 días de incubación, se procedió a contar los pollitos nacidos para cumplir con su evaluación física sin embargo los pollitos permanecieron dentro de la nacedora hasta completar su ciclo normal de 504 horas (21 días), esto permitió determinar el porcentaje de pollitos nacidos.

Según las fórmulas recomendadas por Wilkins, L. J. (2004)

$$\% \text{ Eclosión} = \frac{\text{Número de huevos eclosionados}}{\text{Número de huevos colocados}} \times 100$$

$$\% \text{ de Incubación} = \frac{\text{Número de embriones viables}}{\text{Número de huevos fértiles}} \times 100$$

3.3.7. Porcentaje de Viabilidad

La viabilidad es uno de los parámetros que nos permite determinar la cantidad de pollitos nacidos vivos de los huevos que fueron establecidos como fértiles, y su resultado se expresa en porcentaje promedio:

Viabilidad Icb1 (80% eclosión ,20% mortalidad)

Viabilidad Icb2(82.5% eclosion,17.5% mortalidad)

Viabilidad Icb3(72.5% eclosion,27.5% mortalidad)

Según (Wilkins, 2004). Recomienda la fórmula:

su cálculo se dio bajo la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Viabilidad} = \frac{\text{Número de embriones viables}}{} \times 100$$

Número de huevos fértiles

3.3.8. Valoración de la calidad del pollito al nacimiento

A través del modelo de registro utilizado por la empresa Incubandina S.A por el método de pasgar score se valoró la calidad del pollito recién nacido, con un puntaje inicial de 10 donde se resta un punto por cada defecto encontrado por lo cual se procede a tomar 20 pollitos de forma aleatoria y se empieza a valorar si el pollito presenta problemas en (reflejo, patas, ombligo, pico, saco vitelino) se resta 1 al puntaje inicial, de esta manera se realiza este proceso de vital importancia para valorar la calidad del pollito de un día de nacido.

3.4. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos

Se evaluaron los parámetros extrínsecos de huevos fértiles de línea broiler durante el proceso de incubación, con el objetivo de valorar su influencia en la calidad del nacimiento. Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat (2016), aplicando un análisis de varianza (ANOVA). La recolección de datos se realizó mediante hojas de cálculo Excel (2023). El estudio se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y seis repeticiones, distribuidas en 18 unidades experimentales, cada una conformada por 20 huevos, para un total de 360 huevos en estudio.

El análisis estadístico se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$Yij = \mu + Ti + \epsilon ij$

Dónde:

Yij= Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

Ti = Efecto generado por tratamientos (tipo de huevos)

ϵij = Efecto del error experimental

Se optó por el diseño completamente al azar debido a su capacidad para asignar aleatoriamente las unidades experimentales a los diferentes tratamientos, garantizando que cada unidad tenga la misma probabilidad de ser asignada a cualquier grupo, esto minimiza sesgos en la distribución y permite atribuir los efectos observados de forma más directa a los tratamientos aplicados.

La simplicidad del diseño facilita su implementación en diversos contextos experimentales, permitiendo un control efectivo de variables confusoras y reduciendo la influencia de factores externos no controlados. Esto asegura que las diferencias encontradas entre tratamientos sean atribuibles a los efectos experimentales y no a fuentes de variabilidad no deseadas.

Dado que se trató de un estudio con una muestra amplia y representativa, el uso del ANOVA se considera robusto frente a leves desviaciones de la normalidad, gracias al respaldo del Teorema Central del Límite, por lo que no fue necesario aplicar pruebas complementarias como la de Tukey.

Tabla 3

Tabla resumen del modelo y prueba Post Hoc aplicada

Modelo Estadístico	Ecuación	Prueba Post Hoc	Descripción
ANOVA de un solo factor	$Yij=\mu+\tau i+\epsilon ij$	Tukey	Compara todas las medias de los grupos y ajusta el valor de p para múltiples comparaciones.

Tabla 4

Esquema del experimento

TRATAMIENTO	REPETICION	UE/TRATAMIENTO	TOTALUE/TRATAMIENTO
T1 (Cámara de Incubación1)	6	20	120
T2 (Cámara de Incubación 2)	6	20	120
T3 (Cámara de Incubación 3)	6	20	120
		TOTAL	360

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados por objetivos

4.1.1. Analizar la variabilidad de la temperatura y su relación con el porcentaje de eclosión y porcentaje de mortalidad embrionaria en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler

Los datos compilados durante el periodo de estudio reflejan variaciones en las temperaturas registradas durante el proceso de incubación, con un rango de 37.4 – 37.7ºC. Estas variaciones térmicas fueron correlacionadas con los porcentajes de eclosión y el porcentaje de mortalidad embrionaria observados en los tratamientos de los lotes de huevos utilizados, en las cámaras de incubación, como se puede observar en la Tabla 4 así como la variabilidad de temperatura a lo largo del tiempo de incubación, Figura 1.

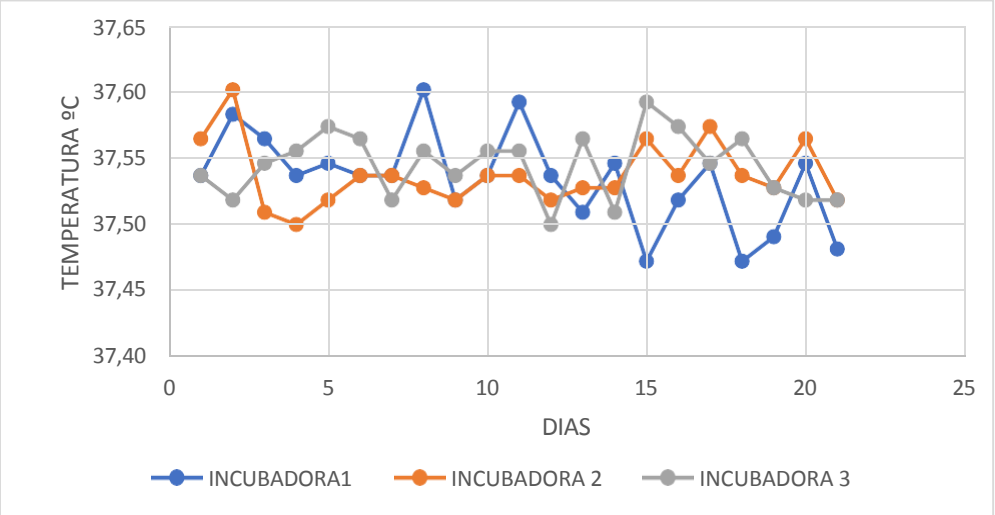
Tabla 5

Porcentaje de eclosión y mortalidad embrionaria final.

TRAT/REP	T ° C	% ECLOSIÓN	% DE MORTALIDAD EMBRIONARIA
T1R1	37.5	80	20
T1R2	37.7	85	15
T1R3	37.6	85	15
T1R4	37.5	75	25
T1R5	37.6	80	20
T1R6	37.4	75	25
T2R1	37.5	85	15
T2R2	37.6	90	10
T2R3	37.7	70	30
T2R4	37.6	85	15
T2R5	37.5	75	25
T2R6	37.7	90	10
T3R1	37.6	65	35
T3R2	37.5	75	25
T3R3	37.4	75	25
T3R4	37.6	85	15
T3R5	37.7	70	30
T3R6	37.5	65	35
Correlación de Pearson		**0.23**	**-0.23**
Coeficiente de Determinación		**0.05**	**0.05**

Figura 1

Variabilidad de la temperatura a lo largo de los días de muestreo.



El análisis de correlación (Figura 2 y 3), realizado entre la variable independiente temperatura sobre el dependiente porcentaje de eclosión y mortalidad embrionaria de huevos presenta un valor de $R^2 = 0.0536$, lo que indica una relación muy débil y positiva entre ambas variables, dentro del proceso de incubación artificial, lo que determina que el factor temperatura tiene una mínima influencia sobre la tasa de eclosión y mortalidad embrionaria estos resultados pueden deberse a que dicho parámetro es monitoreado y establecido por el operador encargado de la cámara manteniendo el rango de temperatura recomendado en la literatura.

Figura 2

Correlación de la temperatura con el porcentaje de eclosión.

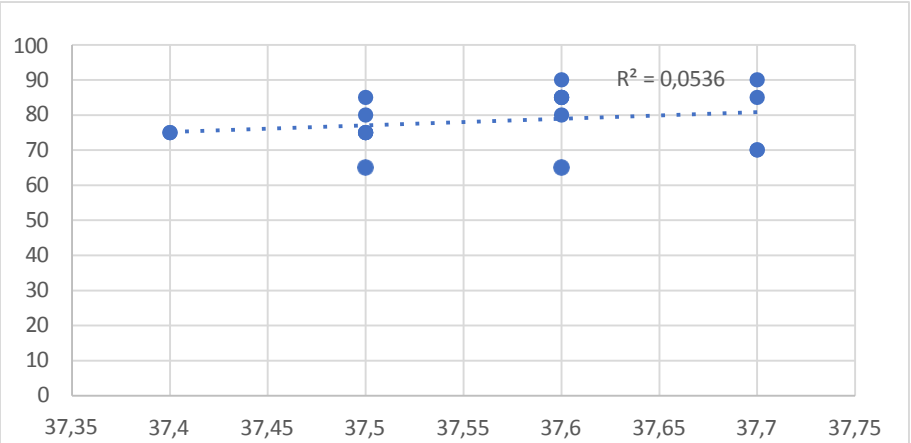
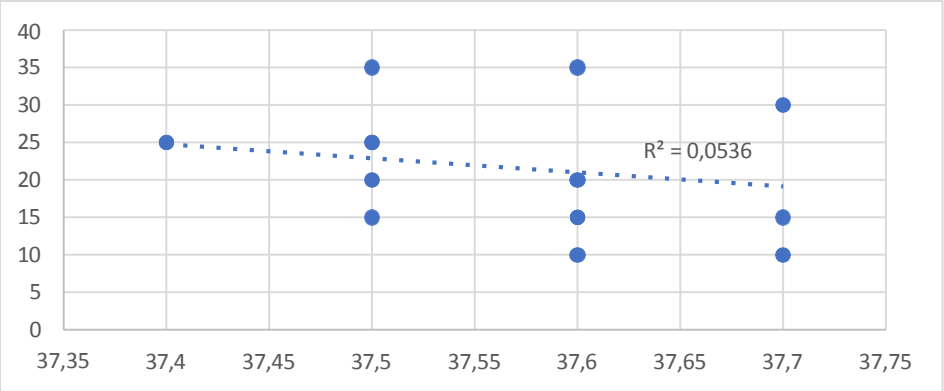


Figura 3

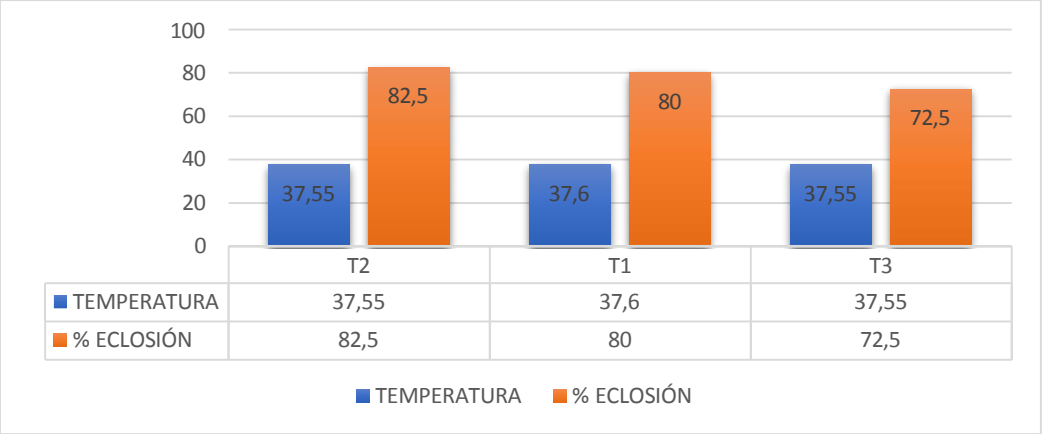
Correlación de la temperatura con el porcentaje de mortalidad embrionaria.



En el estudio de evaluación de parámetros extrínsecos en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler para valorar la calidad del nacimiento, se evaluaron tres tratamientos con seis repeticiones, en relación con la temperatura relativa y su efecto sobre el porcentaje de eclosión. El valor más bajo registrado fue del 72,5% correspondiente al T3 donde se manejó una temperatura de 37.5°C, seguido por el 80% correspondiente al T1 y el 82,5% que corresponde a T2 donde se manejó una temperatura de 37.55°C. Estos resultados indican que la temperatura relativa correspondiente al 80% fue la más eficaz para alcanzar un mayor porcentaje de eclosión, al ofrecer condiciones óptimas para el desarrollo embrionario, favoreciendo además la calidad del pollo broiler blanco al nacimiento, como se muestra en el Figura 2.

Figura 4

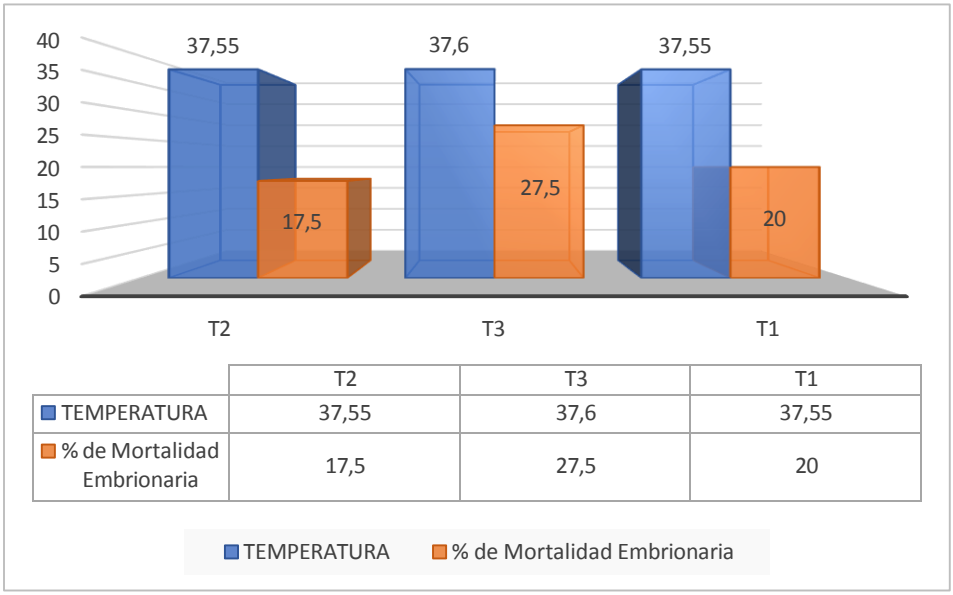
Análisis comparativo de la temperatura sobre el porcentaje de eclosión por tratamiento



No se reportaron diferencias estadísticas significativas (P > 0,05), y se obtuvo un coeficiente de variación del 8,88%, lo que indica una baja variabilidad relativa en el porcentaje de eclosión. Esto sugiere que los resultados obtenidos son bastante consistentes y poco dispersos, tal como se observa en el Anexo 1.

Figura 5

Análisis comparativo de la temperatura sobre el porcentaje de mortalidad embrionaria por tratamiento



En el Figura 5 se observa los resultados obtenidos para el porcentaje de mortalidad embrionaria se registró el menor valor en T2 con 17.5% y el porcentaje más alto se registró en el tratamiento T3 con 27.5, resultados similares reporta. (Vega, 2017), al evaluar parámetros de incubabilidad en huevos fértiles broiler de tres casas comerciales utilizando una incubadora comercial portátil con una eclosión del 84% y mortalidad embrionaria del 16% por lo que se determina que al mantener una temperatura adecuada el porcentaje de mortalidad es menor sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos a un ($p > 0,05$) y un coeficiente de variación de 3.09 por lo que se mencionaría que la variabilidad del conjunto de datos obtenidos no son dispersos en relación a su media y que los datos obtenidos son estables y fiables por lo que se considera como un indicador de buena precisión en las mediciones, valor que se puede visualizar en el Anexo 2.

4.1.2. Evaluación del impacto de los niveles de humedad en el porcentaje de viabilidad de los pollitos broiler.

En la tabla 5 se observa los parámetros en relación a las condiciones de humedad establecidas dentro del proceso de investigación las mismas que fueron controladas en diferentes rangos establecidos para evaluar su influencia en el desarrollo adecuado de los embriones y la correlación de dicho factor sobre la tasa de viabilidad observada al final del proceso de incubación en cada uno de los tratamientos y repeticiones establecidas en la investigación.

Tabla 6

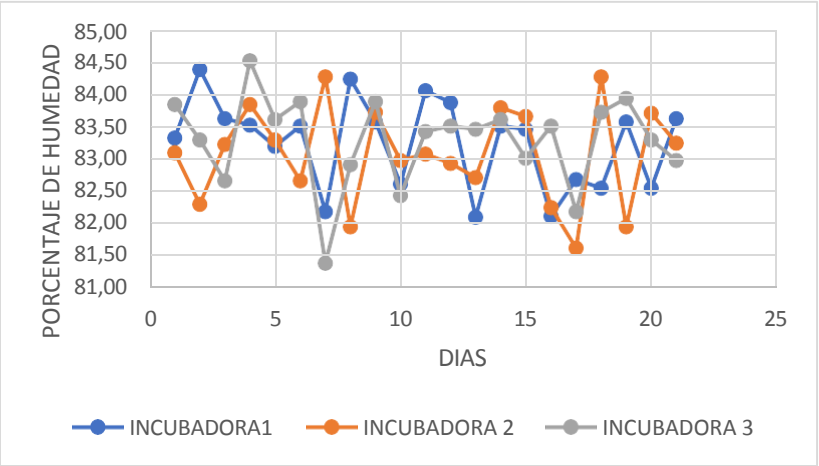
Correlación entre la humedad sobre el porcentaje de viabilidad.

TRAT/REP	% HUMEDAD	% DE VIABILIDAD
T1R1	83.2	80
T1R2	82	85
T1R3	84.4	85
T1R4	81.3	75
T1R5	83.7	80
T1R6	85.4	75
T2R1	81.3	85
T2R2	82.6	90
T2R3	81.1	70
T2R4	86.2	85
T2R5	85.1	75
T2R6	82.3	90
T3R1	86.2	65
T3R2	85.1	75
T3R3	82.3	75
T3R4	81.3	85
T3R5	84.5	70
T3R6	83.7	65
Correlación de Pearson		**-0.31**
Coeficiente de Determinación		**0.09**

En la figura 6 se observa la variación de humedad durante los días transcurridos en el proceso de incubación por cámara o tratamiento donde se puede observar la variabilidad en porcentaje.

Figura 6

Variabilidad del porcentaje de humedad a lo largo de los días de muestreo.



En el Figura 7 se observa la correlación del factor ambiente humedad sobre el porcentaje de viabilidad con una coeficiente de determinación de R^2= 0.0978 lo que sugiere una relación débil entre estas dos variables , en vista de que el valor se encuentra muy cercano a 0, lo que indica que la correlación entre la humedad y el desarrollo embrionario así como el porcentaje de viabilidad es muy baja, lo que significa que no existe una relación lineal significativa, este hallazgo sugiere que el factor humedad está siendo calibrado acorde a las necesidades del proceso de incubación artificial.

Figura 7

Correlación entre la humedad y el porcentaje de viabilidad

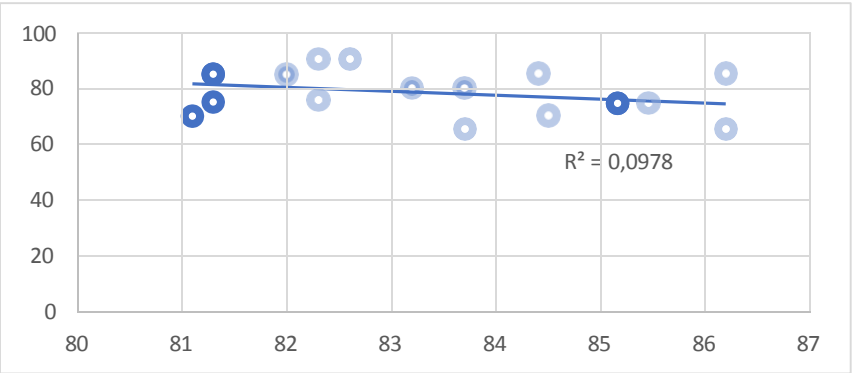
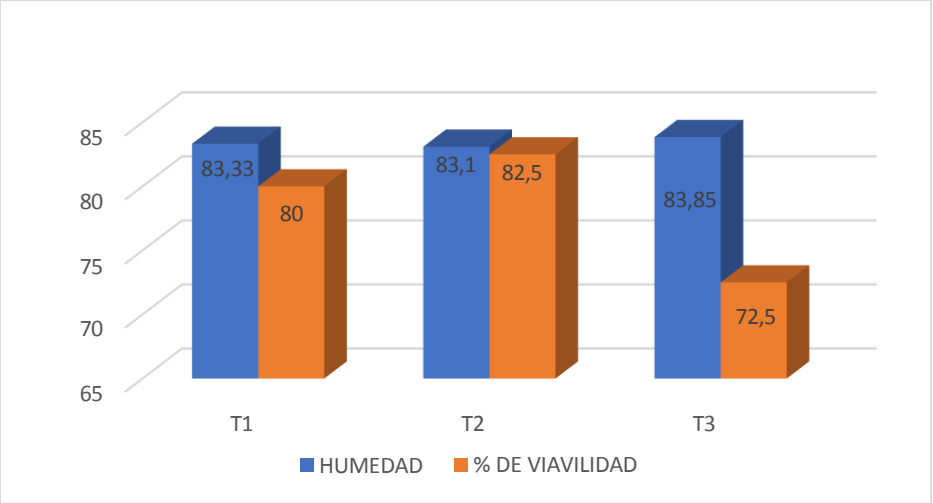


Figura 8

Análisis comparativo de la humedad sobre el porcentaje de viabilidad por tratamiento



En el Figura 8, se observa la relación entre la humedad y el % de viabilidad donde se puede indicar que no hay una relación directa entre estas dos variables ya que las diferencias en el valor de la humedad entre los tratamientos son mínimas sin hallarse diferencias significativas entre los tratamientos a un ($p > 0,05$) y un Coeficiente de Variación de 8.88 al ser menor que el 10% significa que el parámetro extrínseco en evaluación no tiene un impacto significativo sobre la viabilidad de los huevos de la línea broiler, indicando que los resultados fueron consistentes; sin embargo numéricamente el T2 tuvo la mejor respuesta con un % de viabilidad de 82.5 ,es importante mencionar que los resultados obtenidos para la variable (porcentaje de viabilidad) son inferiores con los indicados en el manual "Complemento para el Manejo de Reproductoras Cobb 500" (2013), siendo estos de 96,6% y 94,5%. seguido por T1 con el 80% y finalmente T3 con 72.5%. Cabe mencionar que las variables en los tratamientos no presentaron diferencias significativas a un ($p > 0,05$) y un coeficiente de variación de 8.88% como se puede observar en el Anexo 3.

4.1.3. Determinación de la efectividad de los sistemas de ventilación en la planta de incubación y su influencia en la salud de los pollitos recién nacidos en función al % del saco vitelino

En la Tabla 6 se evidencia el coeficiente de correlación para el análisis de datos obtenidos dentro del objetivo el mismo que fue de -0.19 lo que indica una relación débil y negativa entre la ventilación en la planta de incubación y la salud de los pollitos recién nacidos, medida a través del porcentaje del saco vitelino. Dado que este valor está cerca de cero indica que los cambios en la ventilación no tienen un gran impacto directo en la salud de los pollitos, en términos del porcentaje del saco vitelino.

Tabla 7

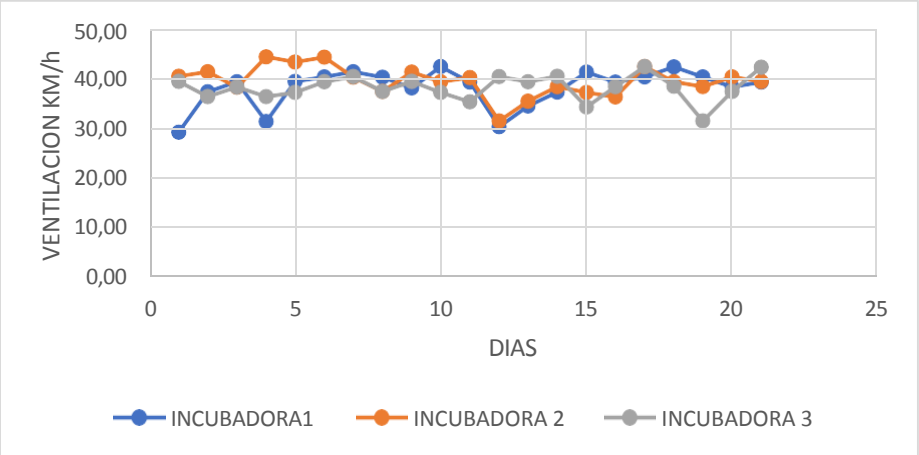
Correlación entre la ventilación y la salud del pollo de un día de nacido en función al % de Ventilación

TRAT/REP	VENTILACIÓN	SACO VITELINO %
T1R1	29.6	12
T1R2	29.7	10
T1R3	29.5	11
T1R4	29	10
T1R5	29.2	11
T1R6	29.4	10
T2R1	40.9	11
T2R2	40.6	11
T2R3	40.3	10
T2R4	40.8	10
T2R5	40.1	10
T2R6	40.9	10
T3R1	39.6	10
T3R2	39.2	9
T3R3	39.8	9
T3R4	39.8	11
T3R5	39.2	11
T3R6	39.7	11
Correlación de Pearson		**-0.19**
Coeficiente de Determinación		**0.03**

En el Figura 9 se observa la variabilidad de la ventilación durante todo el periodo de estudio con el fin de determinar cómo estos factores influyen en el bienestar de los pollitos durante el proceso de incubación y eclosión. La influencia de la ventilación en la salud del pollo broiler blanco se refleja en la eficiencia de la absorción del saco vitelino, el cual es una fuente vital de nutrientes durante el primer periodo postnatal, cabe mencionar que un saco vitelino bien absorbido proporciona energía y nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo saludable y garantice su supervivencia.

Figura 9

Variabilidad del porcentaje de la ventilación a lo largo de los días de muestreo.



En el Figura 10 se puede observar que el coeficiente de determinación de 0.03 entre la ventilación y el porcentaje de saco vitelino sugiere que no hay una relación lineal significativa, sin embargo, no implica que exista una influencia entre estas dos variables, pues el factor es controlado por el operador.

Figura 10

Correlación entre la ventilación y la salud del pollito broiler de un día de nacido en función al porcentaje del saco vitelino

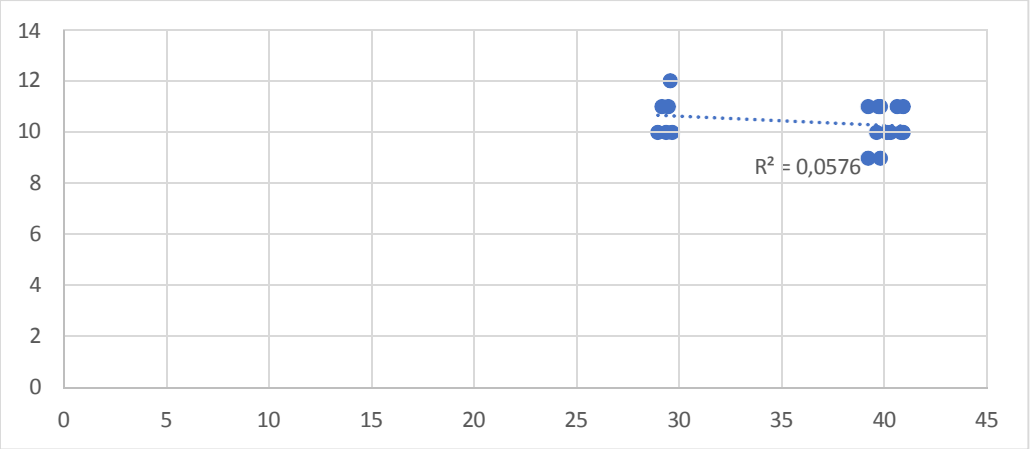
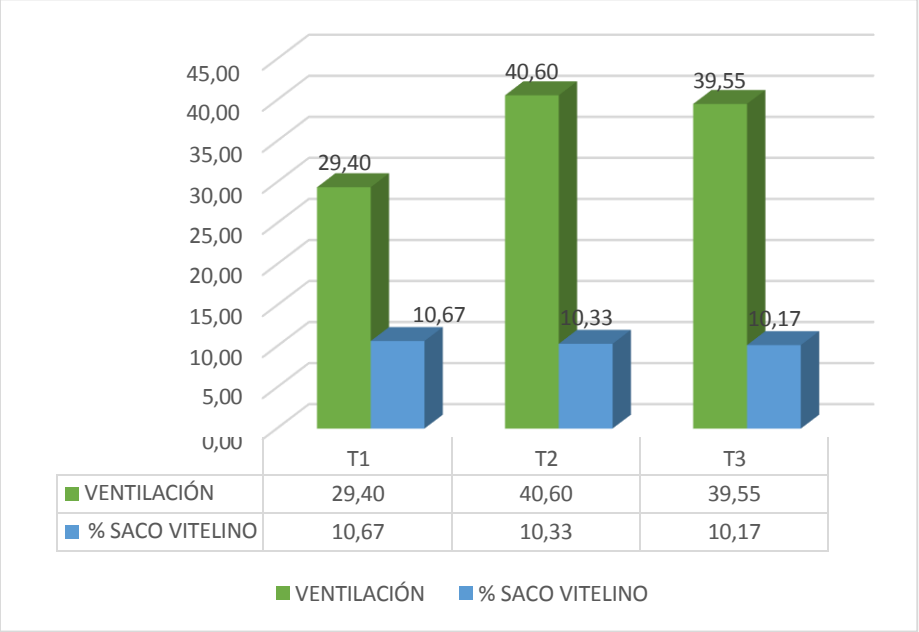


Figura 11

Sistema de ventilación sobre él porcentaje del saco vitelino.



En el Figura 11 se observa los resultados obtenidos entre las variables sistemas de ventilación en la planta de incubación y su influencia en la salud de los pollitos recién nacidos en función al % del saco vitelino, donde se puede observar que los porcentajes más altos se alcanzó en T1 con un % de 10.67 seguido por T2 con 10.33% finalmente T3 con 10.17, sin hallarse diferencias significativas entre los tratamientos a un ($p > 0,05$) y un coeficiente de variación

de 7.66, lo que significa que la variabilidad en los datos es baja a moderada, Según (Boyd et al., 2014), una buena ventilación asegura que los embriones reciban suficiente oxígeno y se elimina el exceso de dióxido de carbono, lo que reduce el riesgo de hipoxia (falta de oxígeno) y muerte embrionaria. Lo que sugieren que un sistema de ventilación controlada es crucial para mantener un ambiente óptimo durante la incubación, lo que tiene un impacto directo en la salud del pollito recién nacidos en función al porcentaje del saco vitelino pues esta proporciona los nutrientes esenciales al pollito durante las primeras etapas de vida, datos que se pueden ver en el Anexo 4.

4.1.4. Evaluación del impacto del volteo regular de los huevos en la incubadora sobre la calidad y peso de los pollos de un día de nacidos de línea broiler.

En la Tabla 7 se evidencia el análisis del impacto del volteo regular de los huevos durante el proceso de incubación en la incubadora sobre dos parámetros claves calidad y peso de los pollos bebé de línea broiler, análisis importante y fundamental pues el volteo es una de las prácticas para garantizar la calidad de pollito, pues radica en varios factores fisiológicos y mecánicos que influyen de manera directa en el desarrollo embrionario y viabilidad de los pollitos. Mientras que figura 12 muestra la variabilidad de volteo a lo largo de los días de estudio.

Tabla 8

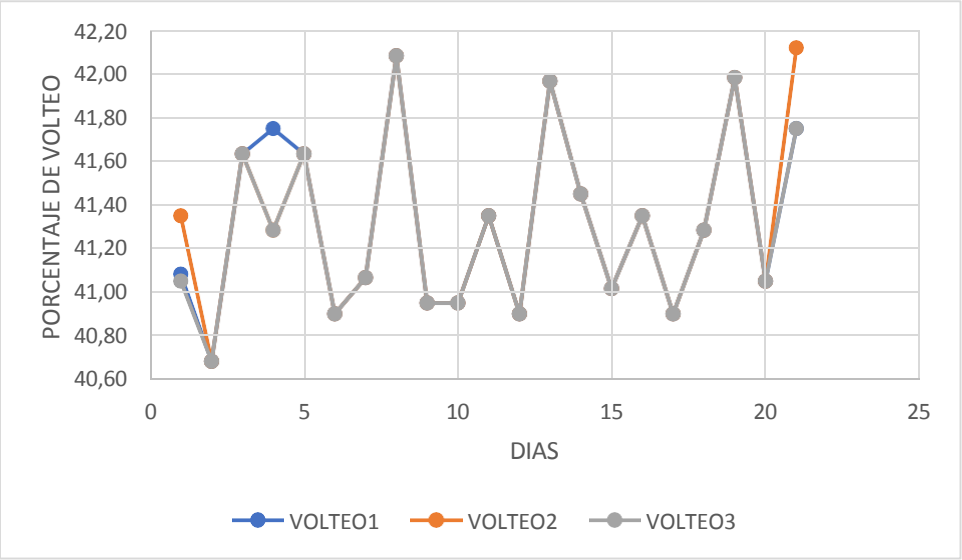
Correlación entre el volteo sobre la calidad y peso al nacimiento del pollito de un día de nacido.

TRAT/REP	VOLTEO	CALIDAD DE POLLITO BROILER	PESO NACIMIENTO (g)
T1	38.6	9	49.5
T1	38.5	8	50.8
T1	40.6	9	50.5
T1	39.9	9	51.1
T1	43.9	9	52
T1	44	8	50.4
T2	39.9	10	47.7
T2	43.9	10	49.8

T2	42.3	10	49.2
T2	40.2	9	48.6
T2	41.6	10	48.3
T2	40.2	9	46.8
T3	43.5	10	47.4
T3	40.9	8	42.8
T3	40.2	8	41.7
T3	41.6	10	42.3
T3	39.7	10	47.2
T3	40.6	9	43.7
Correlación de Pearson		**0.24**	**0.16**
Coeficiente de Determinación		**0.057**	**0.025**

Figura 12

Variabilidad del volteo a lo largo de los días de muestreo



El análisis de correlación (Figura 13 y 14), realizado entre la variable independiente volteo sobre el dependiente calidad y peso del pollito Broiler blanco presenta un valor de R^2 = 0.0558 y R^2 = 0.0264, lo que indica una relación muy débil y positiva entre ambas variables,

como respuesta al proceso de incubación artificial, lo que determina que el factor volteo tiene una mínima influencia sobre la calidad y peso del pollito al nacimiento estos resultados pueden deberse a que dicho parámetro es monitoreado y establecido por el operador encargado de la cámara manteniendo el volteo adecuado para el proceso.

Figura 13

Correlación del volteo sobre la calidad del pollito de un día de nacido.

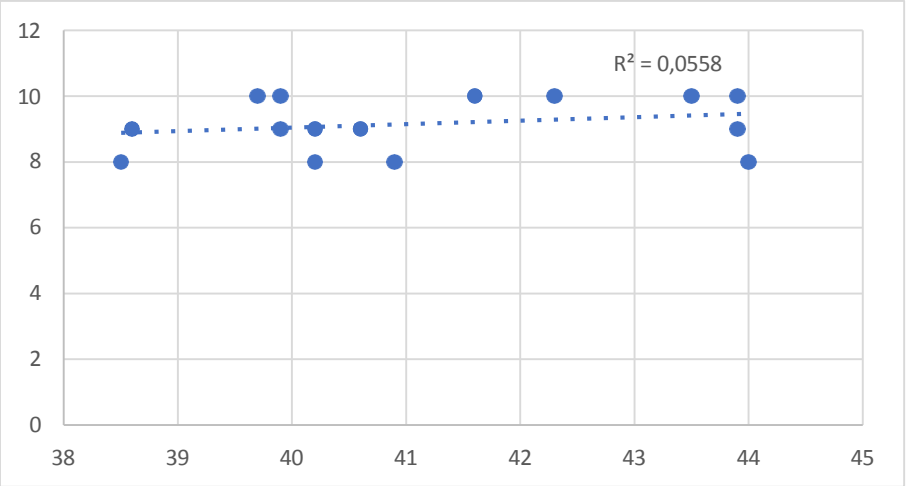


Figura 14

Correlación del volteo sobre el peso al nacimiento de los pollitos

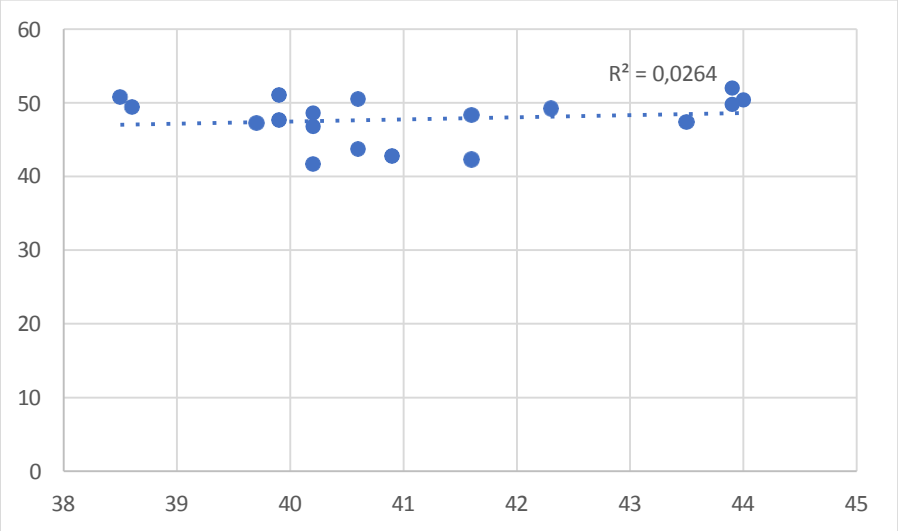
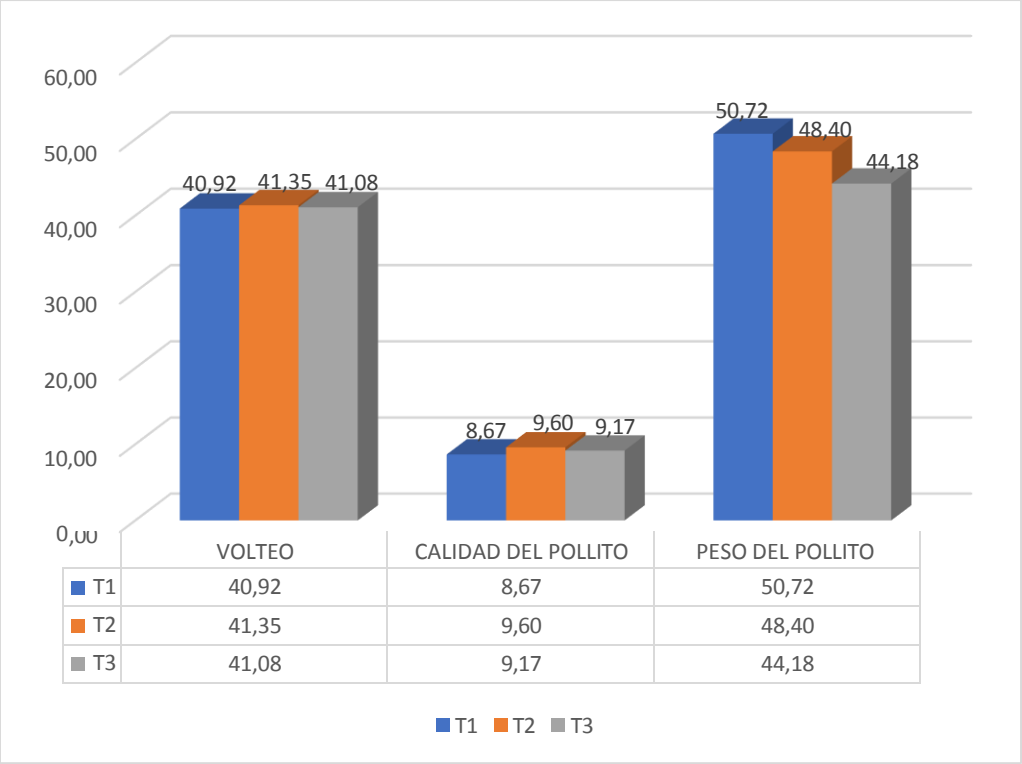


Figura 15

Análisis comparativo del volteo sobre la calidad y peso del pollito al nacimiento por tratamientos



	VOLTEO	CALIDAD DEL POLLITO	PESO DEL POLLITO
T1	40,92	8,67	50,72
T2	41,35	9,60	48,40
T3	41,08	9,17	44,18

En el estudio de evaluación de parámetros extrínsecos en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler para valorar la calidad y peso del nacimiento para ello se estableció 3 tratamientos con 6 repeticiones con respecto al volteo donde el valor más alto en cuanto a la calidad del pollito fue T2 con un valor de 9.60 en promedio seguido por T3 con el 9.17 y finalmente T1 con 8.67; según los estudios de (Gao *et a.*, 2013), (Barclay *et al*.,2014), (Muller *et al*., 2015), y (Sullivan *et al*., 2016) expresan que el volteo regular es una práctica clave para obtener pollitos de alta calidad, con un mejor peso al nacer y una salud óptima, mientras que para la variable peso al nacimiento los mejores resultados registro T1: 50.72(g); T2: 48.40 (g) y T3 con 44.18(g),cabe recalcar que el T1 y T2 obtuvo pesos considerables, dentro de la logística empresarial avícola recomienda el T2 por tener un peso adecuado que garantiza una excelente crianza y una producción en acabado final que oscila de 2-3kg con 4 a 6 semanas de vida. Lo que indican que es importante realizar un buen volteo a fin de ofrecer las mejores condiciones que favorezcan a la calidad del pollo broiler de un día de nacido y alcanzar los mejores pesos al nacimiento, como se observa en el Gráfico 15.

La variable calidad del pollito broiler de un día de nacido no se reportan diferencias estadísticas significativas (P > 0,05) con un coeficiente de variación de 7.71, sin embargo para la variable peso al nacimiento si se presentaron diferencias altamente significativas a un (P > 0,05) con un coeficiente de variación de 3.44 es baja, lo que indica que la variabilidad relativa en la calidad del pollito broiler de un día de nacido en relación con el promedio de la muestra siendo resultados altamente consistentes indicando que el proceso de incubación fue eficiente y bien controlado, como se observa en el Anexo5 y 6.

4.2. Comprobación de hipótesis o ideas a defender

La hipótesis planteada establece que la correcta manipulación de los parámetros extrínsecos como la temperatura, humedad, ventilación y volteo durante el proceso de incubación de los huevos de la línea broiler influye significativamente en el desarrollo embrionario, el porcentaje de eclosión y la calidad de los pollitos al nacimiento.

Tabla 9

Resumen estadístico de las variables en estudio

TRATAMIENTO	%ECLOSION	CALIDAD DEL POLLITO BROILER	PESO AL NACIMIENTO (g)	MORTALIDAD EMBRIONARIA (%)	% SACO VITELINO	% VIABILIDAD
T1	80 a	8,67 a	50,72 a	20 a	10,67 a	80 a
T2	82,5 a	9,60 a	48,4 a	17,50 a	10,33 a	82,5 a
T3	72,5 a	9,17 a	44,18 b	27,50 a	10,17 a	72,5 a
CV%	8.88%	7.71%	3.44%	3.90%	7.66%	8.88%
Error Estándar	2,84	2,84	2,84	0,32	0,29	0,67
Probabilidad	0,0622	0,0622	0,0622	0,5542	0,0802	<0,0001
Significancia	NS	NS	**	NS	NS	NS

** Diferencias estadísticas al 5%: NS No significativo; Letras iguales no presenta diferencias estadísticas de acuerdo a Tuckey.*

Bajo este contexto se presentan los resultados obtenidos y su relación con la hipótesis planteada:

4.2.1. Temperatura

Los resultados mostraron que mantener la temperatura dentro de los rangos óptimos durante la incubación está tiene un impacto significativo y positivo dentro del desarrollo embrionario y el porcentaje de eclosión, en aquellos lotes donde la temperatura fue estable y controlada, se observó buenos porcentajes de eclosión, mientras que para el 5% de mortalidad embrionaria disminuye cuando la temperatura decrece a un si el análisis estadístico no presenta diferencias significativas Tabla 7.

4.2.2. Humedad

El análisis reveló que mantener en un rango adecuado, mantuvo la salud del embrión valorados en el porcentaje del saco vitelino el cual permite la absorción de los nutrientes y que este se vea reflejado en la calidad del pollito broiler blanco Tabla 7.

4.2.3. Ventilación

Los resultados obtenidos en la evaluación confirman la hipótesis al demostrar que una ventilación correcta y eficiente, especialmente con control de humedad, mejoró la circulación de aire y la oxigenación de los embriones, lo que favoreció un desarrollo embrionario saludable Tabla 7.

4.2.4. Volteo de los Huevos

Los resultados obtenidos en el análisis del impacto del volteo refuerzan la hipótesis afirmativa pues estos nos permiten indicar que esta práctica tiene un efecto positivo en el desarrollo embrionario, el porcentaje de eclosión y la calidad de los pollitos y el peso de pollito recién nacidos permitiendo un adecuado desarrollo Tabla 7.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se analizaron los diversos factores extrínsecos en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler para valorar la calidad del nacimiento con énfasis en la temperatura, humedad, ventilación y el volteo de los huevos. A partir de los objetivos planteados e investigados se concluye:

1. La variabilidad de la temperatura y su relación con la eclosión y mortalidad embrionaria no presentan diferencias significativas durante el proceso de incubación el T2 registro el mayor porcentaje de eclosión con el 82,5% al igual que el menor porcentaje de mortalidad embrionaria con 17,5 a una temperatura de 37,55 º C lo que sugieren que una temperatura controlada y constante dentro de los rangos recomendables es importante para garantizar la viabilidad embrionaria y reducir la mortalidad.

2. Al mantener los niveles óptimos de humedad fueron esenciales para asegurar un adecuado desarrollo embrionario y alcanzar buenos porcentajes de viabilidad dentro del proceso de incubación, el cual fue del 82,5%.

3. La efectividad de los sistemas de ventilación obtenido en T3 con 39,55 nos permite mantener una atmosfera saludable dentro de la incubación y alcanzar el 10,17% lo cual es un incidió positivo en la salud y bienestar de los pollitos recién nacidos reflejándose en una mejor absorción del saco vitelino.

4. El volteo regular se muestra como una práctica clave para lograr mejorar tanto la calidad como el peso al nacimiento de los pollitos de la línea broiler, los mejores resultados obtenidos en relación a la calidad del pollito broiler blanco que fue T2 con el 9,60 considerado como excelente y un peso de 48,40 (g).

RECOMENDACIONES

1. Mantener una temperatura constante dentro de los rangos recomendados en el proceso de incubación de huevos de la línea broiler, evitando fluctuaciones térmicas que puedan afectar negativamente a la tasa de eclosión, así como también a la mortalidad embrionaria.

2. Evitar el exceso o deficiencia de humedad la misma que deberá ser ajustada dependiendo de la fase de ciclo de incubación para lograr una mayor viabilidad embrionaria.

3. Realizar mantenimiento preventivo de los sistemas de ventilación a fin de que estos sean eficientes y capaces de mantener una circulación correcta de aire constante y uniforme dentro de la incubadora ya que es clave para evitar la acumulación de dióxido de carbono que pueda perjudicar la salud de los pollitos.

4. Mantener una frecuencia regular de volteo para asegurar que todos los huevos reciban el mismo tratamiento y garantizar un desarrollo uniforme de los embriones y alcanzar calidad y buenos pesos de los pollitos recién nacidos.

5. Al avicultor al realizar una práctica adecuada de manejo de los parámetros extrínsecos permite al productor mejorar la eficiencia productiva y reducir las pérdidas económicas en la incubación de pollitos de línea broiler. Al garantizar un desarrollo embrionario más homogéneo, mayor calidad de los pollitos y un peso adecuado al nacer, el volteo regular contribuye a una mejor tasa de eclosión, un crecimiento más rápido y una reducción en la mortalidad, estas mejoras no solo optimizan los costos de producción, sino que también aumentan la rentabilidad a largo plazo, favoreciendo la sostenibilidad del proceso de incubación y reduciendo las pérdidas económicas asociadas con la incubación ineficiente.

6. En el estudio actual no se encontraron diferencias significativas en algunas de las variables evaluadas (como la calidad del pollito o el peso al nacimiento), esto no

significa que el proceso de incubación o los factores estudiados no sean importantes. Al contrario, puede abrir la puerta a nuevas áreas de exploración.

7. En futuras investigaciones se recomienda además de los factores extrínsecos considerar la genética, dieta, edad de las reproductoras y nuevas tecnologías aplicadas al proceso de incubación que garanticen una mayor eficiencia productiva en la industria avícola.

BIBLIOGRAFÍA

Acan, G. (2012). *Métodos de incubación de huevos de gallina* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. ESPOCH. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2116

Alejandro, V., & Muñoz, I. (2023). Manejo en edad de reproductoras y temperatura de incubación sobre ventana de nacimiento y calidad del pollito BB. *Dialnet, 16*(43), 26–27. https://doi.org/10.29076

Alonso, J. R., & Rodríguez, A. P. (2010). *La incubación artificial de huevos: Fundamentos y técnicas*. Editorial Mundi-Prensa.

Armas, R. L. (2021, agosto). *Estudio de factibilidad financiera para la sustitución del sistema de incubación de huevos de gallina en la empresa Avícola Di Palma, Honduras* [Tesis de licenciatura]. Zamorano. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3f3c9fb3-69c7-4072-8cd1-acafeb450b99/content

Aviagen. (2019). *Broiler hatchery management handbook*. Aviagen.

Aviagen. (2020). *Manual de producción de pollos de engorde*. Aviagen.

Barboza, C. (2021). *Diseño de una incubadora de huevos de gallina para las granjas*. Avinar.

Berry, J. (2020). Incubación artificial de huevos de gallina. https://www.maquituls.es/noticias/proceso-de-incubacion-de-las-aves-incubadoras-de-huevos/

CONAVE. (s.f.). Cifras actualizadas del sector avícola.

Castillo, R. (2018, octubre 11). Ergomix. Avicultura. https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-DE-INCUBACION.pdf

Cedeño, O. (2022). Efecto del manejo en edad de reproductoras y temperatura de incubación sobre ventana de.

Cobb-Vantress. (s.f.). *Cobb 500 broiler: Product information guide*. https://www.cobb-vantress.com

Donoghue, A. M., & Donoghue, D. J. (2009). Ventilation and environmental control in poultry incubation. *International Journal of Poultry Science, 8*(4), 332–338.

Elkin, R., & Thompson, C. (2013). *Poultry production in hot climates* (3rd ed.). CABI Publishing.

Erazo, B. (2016). *Diseño y simulación de una incubadora de huevos para una incubadora* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13119

Gao, Y., et al. (2018). Effects of ventilation system and temperature control on hatching performance of broiler embryos. *Poultry Science, 97*(9), 3183–3192.

Guadalupe, N. A. (2021). Incidencia del síndrome ascítico en pollos broiler de la línea Cobb 500.

Hernández, R., & García, R. (2015). Evaluación de la calidad de pollitos BB en granjas comerciales: Factores determinantes y su impacto en la producción avícola. *Avicultura en América Latina*.

Hinojosa, A. (2011). Incubadora de aves carismáticas.

Huaraca, J. L. (2019). La caracterización de las descargas líquidas y su incidencia en el área de influencia directa de una planta de incubación artificial avícola.

Jones, H., Peterson, D., & Williams, S. (2015). Incubation science: The role of temperature and humidity in embryo development. *Journal of Avian Biology, 42*(3), 150–157.

Leeson, S., & Summers, J. D. (2019). *Commercial poultry nutrition* (4th ed.). University Books.

Lema, Q., & Elizabeth, M. (2021, agosto 19). http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15619/1/17T01646.pdf

Marcelo, K., Ávila, A., Josué, A., & Pinela, L. (2024, marzo 8). https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27904/1/UPS-GT005399.pdf

Masaquiza, D. (2021). *Incubación artificial y producción de huevos*.

Oscar, A. (2022, febrero 17). https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1680/1/TTMZ05D.pdf

Oviedo, E. R. (2015). Consejos prácticos para mejorar el manejo de la incubación: Buscando mayor calidad del pollito. *Revista Plumazos*, (52).

Pescatore, A. J., & Dittmer, K. E. (2015). *Poultry science: Principles and applications*. Delmar Cengage Learning.

Reyna, M. A., & García, P. L. (2010). Aspectos fisiológicos del pollito BB: Parámetros de calidad y manejo postnatal. *Revista Mexicana de Ciencias Avícolas*.

Romanini, E. (2023, mayo 25). https://aviforum.info/wp-content/uploads/2023/05/0523-IncubaForum-Memoria-Romanini.pdf

Solis, R., & Pin, D. (2021). Efecto de períodos de almacenamiento y temperatura en la incubabilidad de huevos.

Sáenz, J. A. (2021). En incubación: Obtención de pollitas para puesta y de pollitos para carne.

Sánchez, A., & López, P. (2018). *Incubación de huevos de aves: Principios y prácticas*. Ediciones Mundi-Prensa.

Vargas, J. (2021). Evaluación de parámetros productivos en la incubación de huevos considerados como no aptos.

Zambrano, D., & Zambrano, B. (2021). Efectos de la desinfección por inmersión, aspersión y nebulización en huevos fértiles Cobb.

Tullett, S. (2013). Incubando huevos a gran altura. *El sitio Avicola*. https://www.elsitioavicola.com/articles/2449/incubando-huevos-a-gran-altura/

Zhang, Y., & Li, P. (2022). Energy-efficient ventilation systems for modern incubators. *Renewable Energy and Sustainability*.

ANEXOS

ANEXO 1: ANOVA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS % ECLOSIÓN

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% ECLOSIÓN	18	0,31	0,22	8,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	325,00	2	162,50	3,36	0,0622
TRAT/REP	325,00	2	162,50	3,36	0,0622
Error	725,00	15	48,33		
Total	1050,00	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,42589

Error: 48,3333 gl: 15

TRAT/REP	Medias	n	E.E.	
T2	82,50	6	2,84	A
T1	80,00	6	2,84	A
T3	72,50	6	2,84	A

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

ANEXO 2: ANOVA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL PORCENTAJE DE MORTALIDAD EMBRIONARIA

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
MORTALIDAD EMBRIONARIA %	18	0,31	0,22	3,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	325,00	2	162,50	3,36	0,0622
TRAT/REP	325,00	2	162,50	3,36	0,0622
Error	725,00	15	48,33		
Total	1050,00	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,42589

Error: 48,3333 gl: 15

TRAT/REP	Medias	n	E.E.	
T3	27,50	6	2,84	A
T1	20,00	6	2,84	A
T2	17,50	6	2,84	A

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

ANEXO 3: ANOVA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL % DE VIABILIDAD

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% VIABILIDAD	18	0,31	0,22	8,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	325,00	2	162,50	3,36	0,0622
TRAT/REP	325,00	2	162,50	3,36	0,0622
Error	725,00	15	48,33		
Total	1050,00	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,42589

Error: 48,3333 gl: 15

TRAT/REP	Medias	n	E.E.	
T2	82,50	6	2,84	A
T1	80,00	6	2,84	A
T3	72,50	6	2,84	A

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

ANEXO 4: ANOVA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DEL SACO VITELINO

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% SACO VITELINO	18	0,08	0,00	7,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,78	2	0,39	0,61	0,5542
TRAT/REP	0,78	2	0,39	0,61	0,5542
Error	9,50	15	0,63		
Total	10,28	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19346

Error: 0,6333 gl: 15

TRAT/REP	Medias	n	E.E.	
T1	10,67	6	0,32	A
T2	10,33	6	0,32	A
T3	10,17	6	0,32	A

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

ANEXO 5: ANOVA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS CALIDAD DEL POLLITO BROILER BLANCO

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
CALIDAD DEL POLLITO Broiler	18	0,29	0,19	7,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,00	2	1,50	3,00	0,0802
TRAT/REP	3,00	2	1,50	3,00	0,0802
Error	7,50	15	0,50		
Total	10,50	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,06041

Error: 0,5000 gl: 15

TRAT/REP	Medias	n	E.E.	
T2	9,67	6	0,29	A
T3	9,17	6	0,29	A
T1	8,67	6	0,29	A

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

ANEXO 6: ANOVA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS PESO AL NACIMIENTO DEL POLLITO BROILER BLANCO

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
PESO NACIMIENTO (g)	18	0,77	0,73	3,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	131,66	2	65,83	24,42	<0,0001
TRAT/REP	131,66	2	65,83	24,42	<0,0001
Error	40,44	15	2,70		
Total	172,10	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,46225

Error: 2,6958 gl: 15

TRAT/REP	Medias	n	E.E.		
T1	50,72	6	0,67	A	
T2	48,40	6	0,67	A	
T3	44,18	6	0,67		B

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

Anexo 7: MODELO DE REGISTRO PARA VALORAR CALIDAD DEL POLLITO BROILER BLANCO

Evaluación de Calidad - Índice Pasgar Score

Granja: Vista Hermosa Lote: P48 Fecha: 18/12/2024

| Incubadora: # G05 Cantidad evaluada: 20 Linea Genetica ROSS 308 AP

Nacedora: # G02 ***Criterios de Evaluación:***

#Pollits	Reflejos	Patas	Ombligo	Pico	Saco Vit.	Puntuación
1						10
2			**X**			9
3						10
4						10
5					**X**	9
6						10
7						10
8	**X**					9
9						10
10			**X**			9
11						10
12						10
13						10
14						10
15						10
16						10
17						10
18						10
19						10
20						10

Puntaje Inicial: 10 | Restar 1 punto por cada estado defecto encontrado. |

| Reflejos: Restar 1 si tarda >2 seg en voltearse |

| Patas: Restar 1 por corvejón enrojecido, dedos torcidos, malformaciones, deshidratación|

| Ombligo: Restar 1 por costras, cordón expuesto, ombligo abierto, vísceras expuestas |

| Pico: Restar 1 por heridas, manchas oscuras, malformaciones |

| Saco Vitelino: Restar 1 por onfalitis |

| Índice Pasgar Score Promedio: _____

| **9.77** excelente

Observaciones: **Los 20 pollitos de muestra han sido seleccionados de forma aleatoria**

ANEXO 8: SELECCIÓN DE HUEVOS





ANEXO 9: ADECUACIÓN DE LAS INCUBADORAS





ANEXO 10: INCUBACIÓN Y TOMA DE DATOS










ANEXO 11: SALA NACEDORA





ANEXO 12: CONTROL DE FACTORES ESTRINSECOS












ANEXO 13: CARACTERISTICAS A EVALUAR PARA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DEL POLLITO BROILER BLANCO









ANEXO 14: RECOLECCIÓN DE HUEVOS NO ECLOSIONADOS








ANEXO 15: PROCESO DE EMBRIOLOGÍA

