RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Constanza Liceth Pardo Posada
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del Ambiente
PLAN DE ESTUDIOS	Maestría en Producción Animal
DIRECTOR	Mgtr. Myriam Meza Quintero
CO-DIRECTOR	Dra. Nancy Rodríguez Colorado
TÍTULO DE LA TESIS	Análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación de una compañía avícola colombiana para garantizar la calidad del producto
TITULO EN INGLES	Analysis of the production of newborn chicks in hatcheries of a Colombian poultry company to guarantee product quality

RESUMEN
(70 palabras)

La investigación se realizó en una avícola, conformada por ocho plantas incubadoras. El objetivo fue evaluar criterios de producción de pollito bajo estándares empresariales e impacto en la calidad y eficiencia productiva de las aves, a través de una metodología descriptiva utilizando un método no experimental, con un enfoque cuantitativo y diseño transversal, la población objeto de estudio estuvo conformada por la totalidad de nacimientos obtenidos en todas las plantas.

RESUMEN EN INGLES

The research was carried out in a poultry farm, made up of eight incubator plants. The objective was to evaluate chick production criteria under business standards and impact on the quality and productive efficiency of the birds, through a descriptive methodology using a non-experimental method, with a quantitative approach and cross-sectional design, the population under study was made up of all births obtained in all plants.

PALABRAS CLAVES	Eclosión, fertilidad, incubabilidad, muerte embrionaria, Pilares de incubación.
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Hatching, fertility, hatchability, embryonic death, Pillars of incubation.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 147	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

Análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación de una compañía avícola colombiana para garantizar la calidad del producto

Constanza Liceth Pardo Posada

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Maestría en Producción Animal

Mgtr. Myriam Meza Quintero

Dra. Nancy Rodríguez Colorado

Agosto 28 de 2024

Dedicatoria

A la memoria de mi padre, que desde el cielo sigue guiando mis pasos.

A la razón de ser, el motor que me impulsa a lograrlo todo, al amor incondicional de mi mamá María Elena Posada de Pardo, hermanas Julieth Marcela y Nohora Elena, a mi sobrino Cristian Camilo Posada Pardo y a Mi cuñado Olger Sanguino

A mi complemento, mi compañero de aventuras y luchas, Gonzalo Sandoval Jaimes

Con amor,

Constanza Liceth

Agradecimientos

A Dios, por demostrarme cada día su grandeza, por enseñarme que la vida está hecha de retos y dificultades, que solo llegan a la meta los valientes, los que están dispuestos a luchar día a día con fe y esperanza.

A mi familia, por entender, apoyar y darme más tiempo y espacio del que necesitaba para lograr mí objetivo.

A la empresa Agroavicola Sanmarino, por creer en sus colaboradores y permitirles cumplir los sueños de superación.

A mi Tutora del trabajo de grado Mgtr. Myriam Meza Quintero, por su confianza, apoyo y aportes a este trabajo a lo largo de la maestría, por estar siempre en los momentos oportunos para darme ánimo y fuerza de continuar.

A mis Docentes y compañeros de la maestría, que en los momentos de adversidad supieron entender y apoyar.

Constanza Liceth

Índice

Capítulo 1. Análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación de una compañía avícola colombiana para determinar la calidad del producto final 13

1.1 Planteamiento del problema 13

1.2 Formulación del problema 15

1.3 Objetivos 16

1.3.1 Objetivo general 16

1.3.2 Objetivos específicos 16

1.4 Justificación 17

1.5 Delimitaciones 20

1.5.1 Geográfica 20

1.5.2 Temporal 20

1.5.3 Conceptual 21

1.5.4 Operativa 21

Capítulo 2. Marco referencial 22

2.1 Marco histórico 22

2.2 Marco Contextual 24

2.3 Marco conceptual 25

2.3.1 Aspectos importantes de la calidad del pollito en el ámbito internacional 25

2.3.2 Determinación de la calidad del pollito 26

2.3.3 Factores que afectan la calidad del pollito 28

2.3.4. Período y condiciones de almacenamiento de huevos y su influencia en los factores de calidad del pollito 29

2.3.5 Mortalidad embrionaria 33

2.3.6 Pilares de incubación 35

2.3.7 Teoría de la organización 42

2.4 Marco teórico 43

Capítulo 3. Diseño metodológico 47

3.1 Tipo de investigación 47

3.1.1 Enfoque de investigación 47

3.1.2 Alcance de la investigación 48

3.1.3 Diseño de la investigación 48

3.2 Población y muestra 49

3.3 Modelo estadístico 49

3.4 Diseño de instrumentos de recolección de la información y técnicas de análisis de dato.. 50

3.5 Análisis de la información 51

Capítulo 4. Resultados 52

4.1 Características de las plantas de incubación intervenidas en la investigación 55

4.2 Medir los pilares de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) en relación con datos control de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación. ... 59

4.3 Analizar los factores de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) sobre parámetros de calidad del pollito (% de viabilidad, % muerte embrionaria temprana y tardía, % eclosión, % pollitos de primera y segunda), de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación. 74

4.4 Diseñar un plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación, recomendadas para la empresa avícola colombiana seleccionada 100

Capítulo 5. Discusión de resultados 103

5.1 Altitud 103

5.2 Diseño de las plantas de incubación 104

5.3 Marca de máquinas empleadas 105

5.4 Tipo de carga de las máquinas (única o múltiple). 106

5.5 Temperatura 108

5.6 Humedad relativa 108

5.7 Volteos 109

5.8 Ventilación 110

Capítulo 6. Conclusiones 111

Capítulo 7. Recomendaciones 113

Referencias 114

Apéndices 123

Lista de tablas

Tabla 1 Parámetros de evaluación de la calidad del pollito de un día de nacido en la planta de incubación. 53

Tabla 2 Características de las plantas de incubación intervenidas en la investigación. 56

Tabla 3 Guía técnica de manejo planta de incubación 61

Tabla 4 Parámetros de incubación obtenidos en planta 62

Tabla 5 Comparación de los parámetros de incubación obtenidos con los sugeridos por la empresa 63

Tabla 6 Parámetros de Incubación establecidos por la empresa 75

Tabla 7 Parámetros de calidad del pollito obtenidos en planta 76

Tabla 8 Parámetros de Incubación 77

Tabla 9 Resultados obtenidos en las plantas de incubación 98

Lista de figuras

Figura 1 Localización de la empresa 24

Figura 2 Evolución de las teorías de gestión. 43

Figura 3 Temperatura (°F) en las diferentes plantas de incubación. 65

Figura 4 % Humedad 68

Figura 5 N° Volteos/día 70

Figura 6 Ventilación % 72

Figura 7 % de infertilidad 79

Figura 8 % de viabilidad 81

Figura 9 % de muerte embrionaria temprana o inicial 83

Figura 10 % de muerte embrionaria tardía o final 84

Figura 11 % de eclosión 85

Figura 12 % de pollitos de primera 86

Figura 13 % de pollitos de primera 87

Figura 14 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°1 88

Figura 15 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°2 89

Figura 16 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°3 90

Figura 17 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°4 92

Figura 18 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°5 93

Figura 19 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°6 94

Figura 20 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°7 95

Figura 21 Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°8 96

Lista de apéndices

Apéndice A Plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación. 123

Apéndice B *Gestión del cambio* 135

Apéndice C Evidencias fotográficas 146

Resumen

Son numerosos los factores y parámetros que determinar el aspecto y la calidad pollito recién nacido, así como su posterior influencia en el rendimiento final del pollo cuando es procesado en la planta de beneficio. La presente investigación se realizó en una empresa avícola colombiana, conformada por ocho plantas de incubación (siete nacionales y una internacional). El objetivo fue evaluar criterios de producción de pollito bajo estándares empresariales y su impacto en la calidad y eficiencia productiva de las aves, a través de una metodología descriptiva utilizando un método no experimental, con un enfoque cuantitativo y diseño transversal, la población objeto de estudio estuvo conformada por la totalidad de nacimientos obtenidos en todas las plantas (144 Nacimientos/mes, 18 por planta/mes) y en el tiempo establecido para la ejecución del proyecto (seis meses, de julio a diciembre del 2023).

Los resultados demuestran que los pilares de incubación, influyen en la calidad de los pollitos recién nacidos, siendo esencial para garantizar una producción eficiente y de alta calidad, y que estos a su vez van a estar influenciado por otros factores como la altitud donde se encuentra la planta de incubación, al diseño de planta de incubación (haciendo referencia así cuenta con ambiente controlado o no), a la marca de máquinas empleadas (Jamesway - Chick master) y el tipo de carga de las máquinas (única o múltiple).

Introducción

La presente investigación se realizó en una empresa avícola, con más de 25 años en el mercado, con experiencia en Genética Aviar, liderando el mercado colombiano con líneas de aves Ross AP, Babcock y Sasso; producidas en varias plantas de incubación (ocho de pollo de engorde, una de aves de postura y una de aves reproductoras o abuelas) de y una influencia a nivel territorial en los 32 departamentos, ocupando el décimo lugar a nivel Latinoamérica. (Agroavicola Sanmarino S.A., 2023).

En la actualidad las empresas avícolas han prestado especial atención no solo al proceso de incubación sino también a que esta tarea se realice bajo parámetros de calidad; la literatura al respecto otorga un papel trascendental a esta actividad que inicia la cadena de producción (Frank, 2022).

Según Acosta y Jaramillo (2015), es importante tener en cuenta que los procesos de calidad contribuyen a óptimos resultados productivos y las particulares condiciones de la empresa en especial en los primeros días de vida del pollito siendo una etapa de transición en la que pasan muchas cosas en muy poco tiempo.

Así mismo, Almeida (2016) señala que los pollitos pasan de una vida muy condicionada y controlada en la incubadora a una vida más independiente en la granja. Esto teniendo en cuenta que es la primera semana es una etapa de transición, donde muchos de los sistemas internos de los pollitos están inmaduros, por consiguiente, son sensibles a que se produzcan los mayores

cambios que requerirán un tiempo de adaptación. Por lo tanto, durante esta primera semana de vida, los pollitos están sometidos a un alto grado de estrés mientras intentan adaptarse a todos estos desafíos y maximizar sus posibilidades de supervivencia (Alvarado y Vásquez, 2019).

Los factores mencionados anteriormente, pueden influir negativamente en la morfo fisiología de los pollitos durante esta etapa tendrán un impacto en el bienestar y, si los animales no se adaptan, podrían provocar un aumento de la mortalidad en la primera semana, como lo afirman Bravo y Tenen (2022), en su investigación.

Capítulo 1. Análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación de una compañía avícola colombiana para determinar la calidad del producto final

1.1 Planteamiento del problema

La avicultura a nivel mundial en la última década ha venido creciendo a pasos agigantados, siendo la incubación uno de las áreas de mayor importancia, y desarrollo, cuyo objetivo es producir pollitos recién nacidos de excelente calidad, haciéndose necesario determinar y conocer los factores que inciden en ella, como son lo son: la temperatura, la humedad, la ventilación y el movimiento, que se tengan en cuenta en el almacenamiento e incubación de los huevos fértiles (Rodríguez y Cruz, 2017).

La industria avícola desempeña un papel crucial en la economía de Colombia, con la producción de pollitos recién nacidos siendo una etapa esencial en la cadena de suministro de aves de corral, destinadas a la producción de carne y huevos; donde la calidad de las aves garantizar el éxito en la crianza y el rendimiento económico de los productores. Sin embargo, garantizar la calidad y el rendimiento óptimo de los pollitos de un día en los planteles de incubación es un desafío constante para las empresas avícolas en el país. La industria avícola se enfrenta a problemas relacionados con la uniformidad en la calidad de los pollitos, tasas de mortalidad durante la incubación y transporte, así como a cuestiones relacionadas con la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental.

Ávila (2013), afirman que producir pollitos de excelente calidad, es un proceso complejo que va desde el manejo de la granja de reproductores pasado por el proceso de incubación y terminando con el transporte de ellos a granjas, donde continúan su proceso de producción.

De allí la importancia investigar sobre las causas que determinan el porcentaje de nacimientode pollitos de un día en las plantas de incubación, ya que es de gran impacto económico en el país.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la misión de las plantas de incubación es obtener aves de excelente calidad, sin presencia de afecciones, que garanticen los resultados del producto final.

La calidad de los pollitos recién nacidos, depende en primera instancia de las granjas de reproductoras, quienes son las responsables de la calidad con que llega el huevo fértil a la planta de incubación, la cual está dada por del manejo de los reproductores en cuanto a nutrición y alimentación, reproducción, sanidad, manejo del huevo fértil (recolección, selección y almacenamiento y transporte). En segundo lugar, la planta de incubación, quien es la encargada de mantener la calidad del huevo fértil y garantizar la calidad del producto final, a través de la sanidad, conservación, procesos de incubación y nacimiento y procesamiento del pollito recién nacido.

En fin, se puede decir que, la calidad del pollito se refiere a una variedad de características enel momento del nacimiento que se relacionan o podrían relacionarse con la

salud y el rendimiento potenciales en el período posterior al nacimiento. Los rasgos se pueden combinar y se puede usar una puntuación estandarizada para evaluar a los pollitos. Un pollito de buena calidad es limpio, seco y libre de suciedad y contaminación, con ojos claros y brillantes, libre de deformidades y lesiones en la piel, con patas de conformación normal, pico bien formado, dedos firmes y rectos, y con una piel completamente sellada y limpia, ombligo libre de saco vitelino o membranas secas.

Desde este punto de vista, y encaminando la calidad de pollito bebé, a los procesos realizadosen las plantas de incubación, es importante supervisar todas las actividades que en ella se llevan a cabo, a través de la toma, evaluación y análisis de datos, que permitan tomar decisiones oportunas, por consiguiente, aumento de la productividad de la empresa.

El presente proyecto de investigación se enfoca en abordar este desafío mediante el análisis de la producción de pollitos recién nacidos de buena calidad, en una empresaavícola específica en Colombia.

1.2 Formulación del problema

En relación con lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo influyen los perfiles de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) en los parámetros de calidad del pollito (% de incubabilidad, % eclosión, % muerte embrionaria,

% pollitos de primera y segunda) en los planteles de incubación de una empresa avícola colombiana?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar criterios de producción de pollito bajo estándares empresariales y su impacto en la calidad y eficiencia productiva de las aves.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar los pilares o factores de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) en relacióncon datos control de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación.

Analizar los factores de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) sobre parámetros de calidad del pollito (% viabilidad, % muerte embrionaria temprana y tardía, % eclosión, % pollitos de primera y segunda), de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación.

Diseñar un plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación, recomendadas para la empresa avícola colombiana seleccionada.

1.4 Justificación

En cuanto a la justificación se puede decir, que, el presente estudio es justificable, teniendo en cuenta que el objetivo principal de una empresa avícola dedicada a la incubación, es obtener el mayor número de aves por nacimiento, con la mejor calidad posible y a bajo costo.

Por esta razón, la actual investigación es importante teniendo en cuenta que busca analizar los parámetros de calidad que se dan en los planteles de incubación y de esta manera y conforme a los resultados plantear una propuesta de mejoramiento.

Por lo descrito anteriormente, el estudio es importante, teniendo en cuenta que se está relacionado con la incubación de huevo en las ocho plantas de pollo de engorde, que conforman la empresa avícola seleccionada; siendo pertinente para la consolidación de la visión institucional que enfoca su liderazgo nacional con participación en el mercado internacional, un mayor beneficio económico y el cumplimiento de su política de calidad.

La propuesta de investigación es crucial debido a su impacto directo en la competitividad y la sostenibilidad de la industria avícola en Colombia. El incremento en la calidad de los pollitos bebé, no solo beneficia a los productores al aumentar la eficiencia y reducir las pérdidas, sino que también contribuye a la oferta de alimentos de alta calidad para la población colombiana y puede tener un impacto positivo en la exportación de productos avícolas.

Además, la consideración de prácticas sostenibles es esencial para el futuro de la industria en un contexto global de creciente conciencia ambiental.

Esfuerzos investigativos como este redundan en la generación de conocimientos que impactan positivamente en la calidad del producto final, del cual el proceso de incubación y eclosión marcan amplia relevancia en la rentabilidad del sistema productivo, puesto que limitan problemas sanitarios y de manejo importantes en proceso posteriores de la producción. Giersberg et al. (2021).

Lo descrito en párrafos anteriores teniendo en cuenta que la avicultura desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía de Colombia. La empresa Avícola, como parte esencial de este sector, se enfrenta a la necesidad constante de mejorar y optimizar sus procesos para mantener altos estándares de calidad en la producción de pollitos recién nacidos. La calidad de los pollitos no solo afecta la reputación de la empresa sino también la eficiencia productiva y la satisfacción del cliente.

La investigación y la experiencia operativa han revelado desafíos en la producción de pollitos recién nacidos en las plantas de incubación de la empresa avícola. Factores como la variabilidad en la temperatura, humedad, volteos y ventilación pueden afectar significativamente la calidad y la tasa de incubabilidad de los huevos, lo que se traduce en un impacto negativo en la producción final de pollitos.

La calidad de los pollitos afecta directamente a los productores avícolas que dependen de la empresa avícola para obtener aves sanas y productivas. La implementación de mejores prácticas permitirá una producción más eficiente y consistente, reduciendo los costos operativos y aumentando la rentabilidad.

La investigación y optimización se llevó a cabo de manera sistemática, utilizando metodologías científicas y tecnologías avanzadas para monitorear y ajustar los factores de incubación. La evaluación continua garantizó que cualquier desviación se identificó y corrigió de inmediato.

Este proyecto no solo se beneficia a la empresa avícola, sino que también contribuye al desarrollo y fortalecimiento del sector avícola colombiano en su conjunto. La mejora de la calidad del producto eleva los estándares de la industria, posicionando a Colombia como un productor confiable de pollitos recién nacidos de alta calidad.

La optimización de la producción de pollitos recién nacidos en las plantas de incubación de la empresa avícola es esencial para mantener y mejorar su posición en la industria avícola.

Este proyecto no solo aborda desafíos operativos, sino que también respalda la visión de la empresa de ser un referente en calidad y eficiencia en el sector avícola colombiano.
La inversión en este proyecto no solo beneficia a la empresa, sino que también contribuye al desarrollo sostenible y competitivo de la industria avícola nacional.

Por último, se puede decir que es justificable el estudio, teniendo en cuenta que la optimización de la producción de pollitos recién nacidos es esencial para la viabilidad a largo plazo y la competitividad de empresa avícola en el mercado avícola colombiano. Este proyecto no solo abordo los desafíos actuales, sino que también busco establece las bases para la innovación continua y el liderazgo en la industria. La inversión en la calidad del producto no solo beneficia a la empresa sino también a la cadena de valor avícola en Colombia.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Geográfica

La investigación se llevó a cabo en una de las empresas avícolas de Colombia, la cual cuenta con ocho (8) plantas de incubación de pollo de engorde, distribuidas en todo el país (las zonas costa, centro, oriente, occidente) y una fuera del país.

1.5.2 Temporal

Para la ejecución de los objetivos planteados en el proyecto se estimó un periodo de tiempo de 6 meses del segundo semestre del 2023.

1.5.3 Conceptual

El proyecto se enmarco en conceptos como: aspectos importantes de la calidad del pollito en el ámbito internacional, determinación de la calidad del pollito, factores que afectan la calidad del pollito, período y condiciones de almacenamiento de huevos y su influencia en los factores de calidad del pollito, mortalidad embrionaria, parámetros de incubación y teoría de la organización.

1.5.4 Operativa

Este trabajo de investigación aplicada estuvo determinado por una metodología experimental de enfoque cuantitativo y nivel descriptivo, donde se utilizó un diseño de conglomerado, recolectándose datos en las ocho plantas de incubación de la empresa avícola seleccionada (siete a nivel nacional y una a nivel internacional), durante el segundo semestre del 2023, y de la totalidad de nacimientos obtenidos en todas las plantas (144 Nacimientos/mes, 18 por planta/mes) y en el tiempo establecido para la ejecución del proyecto (seis meses, de Julio a Diciembre del 2023).

Es así, como al investigar sobre el proceso de incubación se delimito el desarrollo con apoyo en el proceso computarizado, y a los subprocesos que se llevan a cabo en las diferentes áreas de la planta de incubación, como son: clasificación de huevo incubable, atemperado, cargue de máquinas incubadoras, transferencia, vacunación in-ovo y nacimiento.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

La incubación de huevos de pollo es un proceso fundamental en la producción avícola y ha desempeñado un papel crucial a lo largo de la historia de la humanidad. A lo largo de los siglos, la incubación de huevos de pollo ha evolucionado desde métodos simples y rudimentarios hasta tecnologías avanzadas que mejoran la eficiencia y la productividad en la industria avícola. En este ensayo, exploramos la historia de la incubación en pollos, desde sus orígenes hasta los desarrollos modernos.

Conforme a Rifkhan (2016), los orígenes de la incubación de huevos de pollo se remontan a la antigüedad. Las primeras civilizaciones que practicaron la agricultura y la cría de aves, como los egipcios y los chinos, descubrieron la importancia de mantener una temperatura constante para que los huevos se desarrollaran adecuadamente. Los registros históricos muestran que los antiguos egipcios ya utilizaban métodos primitivos de incubación alrededor del 3000 a.C. Utilizaban estiércol y paja para mantener los huevos calientes y protegidos de las temperaturas ambientales.

A medida que avanzaba la historia, la incubación de huevos de pollo continuó siendo una práctica importante en las culturas agrícolas (Rivera y Adolfo, 2022). Los romanos, por ejemplo, desarrollaron tecnologías más avanzadas, como las salas de incubación calentadas por fuego. Sin embargo, estos métodos seguían siendo relativamente rudimentarios y dependían en gran medida de la observación y la experiencia empírica.

La verdadera revolución en la incubación de huevos de pollo se produjo en el siglo XVIII con la invención de la máquina incubadora. Según Narinç (2016), en 1749, el científico francés Réaumur diseñó una de las primeras máquinas incubadoras conocidas. Estas máquinas permitían un control más preciso de la temperatura y la humedad, lo que aumentaba significativamente la tasa de éxito en la incubación. A medida que avanzaba el siglo XIX, se desarrollaron y mejoraron varias máquinas incubadoras en Europa y América del Norte.

Díaz y González (2018) consideran que a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la incubación de huevos de pollo experimentó avances significativos con la introducción de termostatos y sistemas de control de humedad. Estos avances tecnológicos permitieron una mayor automatización del proceso de incubación y aumentaron la capacidad de producción en la industria avícola.

En la era moderna, la incubación de huevos de pollo se ha convertido en una industria altamente tecnificada y especializada. Las incubadoras comerciales pueden albergar miles de huevos y controlar de manera precisa la temperatura, la humedad y la ventilación. Además, se han desarrollado métodos avanzados de monitoreo y registro de datos para garantizar un ambiente óptimo para el desarrollo embrionario.

En sí, la historia de la incubación en pollos es un testimonio de la capacidad humana para mejorar y optimizar procesos agrícolas a lo largo del tiempo. Desde los métodos simples de la antigüedad hasta las tecnologías de vanguardia de hoy en día, la incubación de huevos de pollo

ha evolucionado de manera significativa, desempeñando un papel crucial en la producción de aves de corral y la seguridad alimentaria a nivel mundial.

2.2 Marco Contextual

El estudio se llevará a cabo en una reconocida empresa avícola del país, con más de 25 años en el mercado, especializada en Genética Avícola, líder en el mercado colombiano de razas Ross AP, Babcock y Sasso; Cuenta con 10 plantas de incubación y una influencia a nivel territorial en los 32 departamentos, ocupando el 10 lugar a nivel Latinoamérica. (Agroavícola San Marino S.A., 2022). La empresa avícola del país, esta distribuidas en toda Colombia (las zonas costa, centro, oriente, occidente del país).

Figura 1

Localización de la empresa



Nota. La figura muestra la localización de la empresa

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Aspectos importantes de la calidad del pollito en el ámbito internacional

La cantidad de producción de productos avícolas está aumentando en la economía mundial cada día que pasa. Autores como Alvarado y Vásquez (2019), consideran que el aumento en la calidad del pollito es sinónimo del aumento en el número de pollitos vendibles en términos de la industria avícola. Además, para obtener productos de alta calidad, se debe al iniciar la producción brindar condiciones ambientales ideales desde el primer día de incubación. Almeida (2016) señalan que los factores ambientales que afectan la calidad de los pollitos pueden clasificarse como el período y las condiciones de almacenamiento de los huevos, la edad y el genotipo de la parvada de reproductoras, las condiciones de incubación, los tipos de incubación y el manejo posterior a la eclosión.

Los estándares de calidad del pollito pueden variar dependiendo del país o región, y pueden ser establecidos por organizaciones gubernamentales o privadas. Así mismo, se ha podido observar que, en los últimos cinco años, a nivel internacional, los estándares de calidad del pollito recién nacido han tomado importancia, tal como se señala a continuación:

En 2019, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador estableció un nuevo reglamento para la producción de aves de corral, que incluye estándares de calidad para los pollitos de un día, tales como peso mínimo, salud y apariencia.

En 2018, la Unión Europea implementó una nueva normativa sobre la cría de pollos de engorde, que establece límites máximos para la densidad de población, la alimentación y el bienestar animal, entre otros aspectos que pueden afectar la calidad del pollito.

En 2017, el Consejo Nacional de Producción Animal de Nigeria emitió un conjunto de directrices para la producción de pollitos de alta calidad, que incluyen la selección de reproductores saludables, el manejo adecuado de los huevos y la implementación de medidas de bioseguridad.

En 2016, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) publicó un conjunto de normas internacionales para la cría, el transporte y la comercialización de aves de corral, que incluyen requisitos para la calidad de los pollitos de un día, como la ausencia de enfermedades y defectos físicos.

En 2015, la Asociación de Productores de Pollo de Brasil lanzó un programa de certificación de calidad para los pollitos de un día, que incluye pruebas de salud, genética y nutrición, así como evaluaciones del ambiente de producción y la gestión de la granja.

2.3.2 Determinación de la calidad del pollito

Un pollito de alta calidad debe mostrar un desarrollo óptimo a lo largo de la incubación y tener una alta tasa de supervivencia, un buen desarrollo después de la eclosión y cualidades de rendimiento de conformidad con los estándares (Araújo, 2016).

Dentro de los estándares de calidad del pollito, se encontró, según, Aydemir (2020) un pollito de alta calidad nacido y secado debe tener ojos brillantes, no debe tener ninguna deformidad o lesión en el cuerpo, debe tener el ombligo completamente cerrado y la yema completamente retraída, y debe estar separado de la membrana y la cáscara restantes. Conformeal autor, este pollito debe poder reaccionar a los estímulos, no debe tener ningún edema o hinchazón similar en su cuerpo y debe estar alerta e interesado en su entorno.

Dadas todas estas características, los pollitos se clasifican según las propiedades físicas.

Se emplean métodos cuantitativos y cualitativos para determinar la calidad de los pollitos. Citando a Bergoug (2015), dentro de los parámetros de calidad, existen métodos cuantitativos utilizados para determinar la misma en el pollito son medidas morfológicas como el peso y la longitud del pollito.

El peso del pollito por sí solo puede no ser siempre un buen indicador de la calidad del pollito, ya que este rasgo también puede incluir la yema residual, que no es directamente relevante para la calidad del pollito. También se sabe que existe una fuerte relación positiva entreel peso del huevo y el peso del pollito.

Al mismo tiempo, Iqbal (2016)) consideran que es difícil, y puede resultar engañoso, evaluar la calidad de los pollitos midiendo el peso corporal. El uso del peso corporalsin yema en lugar del peso del pollito para determinar la calidad del pollito puede arrojar resultados más precisos.

Diferentes estudios, como lo realizados por Narinç (2016); Rifkhan, (2016), han demostrado que existe una relación positiva entre el peso corporal sin yema y el rendimiento posterior del ave. La longitud del pollito se determina estirando un pollito a lo largo de una regla y midiendo la longitud desde la punta del pico hasta el final del dedo medio.

Dichos estudios demostraron que la longitud del pollito se asoció con el peso corporal sin yema y predijo el siguiente desempeño del pollito. El porcentaje de rendimiento evalúa la pérdida de peso durante la incubación y se calcula como la relación entre el peso del pollito y el peso inicial del huevo. Al igual que el peso del pollito, el porcentaje de rendimiento también puede ser.

2.3.3 Factores que afectan la calidad del pollito

Hay muchos factores genéticos y ambientales que influyen en la calidad del pollito. Mientras que los factores genéticos afectan una pequeña proporción de la variación fenotípica total, los factores ambientales explican una mayor parte de ella (Araújo, 2017).

En un estudio realizado por Aydemir (2020), se determinó que la heredabilidad de los rasgos de calidad de los pollitos era baja (0,08–0,09). Otra razón de la baja heredabilidad de los rasgos de calidad de los pollitos es la presencia de genes letales o genes que causan anomalías.

Estos efectos genéticos, que muestran un carácter discreto o de umbral, afectan directamente el número de pollitos de alta calidad. Los factores ambientales que influyen en la

calidad del pollito se pueden clasificar en factores previos a la incubación y factores ambientales que tienen lugar durante la incubación (Cardeal, 2020).

Los factores de preincubación incluyen el período de almacenamiento y las condiciones de los huevos para incubar, la edad de la parvada de reproductoras, el genotipo de la parvada de reproductoras, la condición nutricional y el historial de enfermedades.

Conforme a Damaziak (2021), los factores basados en la incubación son la temperatura, la humedad, la posición y el giro de los huevos, la ventilación y la calidad del aire.Además, el tipo de incubadora (de una sola etapa, de múltiples etapas o nuevos enfoques) y el manejo posterior al nacimiento (tiempo para alcanzar el alimento y el agua) pueden afectar la calidad de los pollitos.

2.3.4. Período y condiciones de almacenamiento de huevos y su influencia en losfactores de calidad del pollito

Jong (2016) consideran que la temperatura de almacenamiento de los huevos para incubar de reproductoras de pollos debe ser de 13 a 17 °C. El punto cero fisiológico, en el que ladivisión celular se ralentiza o cesa y el embrión entra en reposo, se toma como base para determinar la temperatura y la humedad de almacenamiento. La relación entre la temperatura de almacenamiento y el período de almacenamiento está relacionada con cuánto más bajo es el ambiente térmico de almacenamiento que el punto cero fisiológico (Mesquita, 2021).

Durante el almacenamiento de huevos para incubar, la celda de aire del huevo se expande con la pérdida de agua que tiene lugar y la tasa de pérdida de agua puede aumentar en condiciones negativas. La salida rápida de agua y dióxido de carbono del huevo aumenta particularmente la acidez de la albúmina y afecta negativamente la calidad de la albúmina (Araújo, 2017).

Las proteínas beneficiosas y algunas entidades antimicrobianas en la albúmina del huevo están dañadas; en consecuencia, la yema de huevo y el blastodermo no pueden mantenerse en el centro del huevo. Por tanto, pueden producirse tantas mortalidades embrionarias como reducirse las defensas del huevo frente a patógenos. La incubabilidad disminuye y la calidad de los pollitos se deteriora.

Además, la edad de la parvada reproductora también debe tenerse en cuenta al revisar las condiciones de almacenamiento (Jones, 2018). Se sabe que la calidad de la albúmina de los huevos obtenidos de pollos jóvenes es superior a la obtenida de pollos mayores.

Mesquita (2021) determinó la calidad de los pollitos sin almacenar los huevos reproductores obtenidos de dos parvadas a 35 y 45 semanas de edad y después de almacenarlos durante 7 días. De acuerdo con los resultados del estudio, se reveló que el almacenamiento de los huevos obtenidos de la parvada joven a 15 °C y en condiciones de 70 % de HR durante 7 días no afectó la calidad del pollito (puntuación de Tona), pero que el almacenamiento de los huevos obtenidos del lote viejo bajo las mismas condiciones redujo la calidad de los pollitos en un 14,31%.

En un estudio realizado por Damaziak K. et al. (2018), los huevos obtenidos de las gallinas reproductoras de la misma edad se almacenaron durante 3 días y 18 días y se examinó la calidad de los pollitos nacidos. Mientras que la puntuación Tona del grupo almacenado durante 3 días (37,6 °C y 70 % de HR) fue del 62,22 %, se encontró que era del 48,04 % en el grupo almacenado durante 18 días (37,6 °C y 70 % de HR). Según los resultados del estudio, la calidad de los pollitos disminuyó con el aumento del período de almacenamiento.

En otro estudio de Tona (2004a), se determinó que el almacenamiento redujo el peso de los pollitos. Giersberg, (2021) en su estudio, examinaron los efectos de los períodosde almacenamiento de tres, cinco, ocho y 12 días (16–18 °C y 40–50 % de HR) sobre la longitudy el peso del pollito y la calidad del ombligo.

Según los resultados del estudio, se encontró que el almacenamiento a corto plazo tiene un efecto positivo en la longitud del pollito; sin embargo, no se encontraron diferencias en cuanto al peso del pollito y la condición del ombligo. En otro estudio realizado por los mismos investigadores, la calidad del ombligo se evaluó con un método cualitativo (1 punto, la mejor; 2 puntos, moderada; y 3 puntos, mala. El peso promedio de los pollitos obtenidos de los huevos almacenados durante 4 días fue de 46,5 g; la longitud de sus polluelos fue de 19,7 cm; y los porcentajes de los que obtuvieron 1 punto, 2 puntos y 3 puntos en cuanto a la calidad del ombligo fueron 51,1; 47, 9 y 1,0, respectivamente. El peso promedio de los pollitos obtenidos de los huevos almacenados durante 14 días resultó ser de 46,3 g; su longitud era de 19,6 cm; y los porcentajes de los que obtuvieron 1 punto, 2 puntos y 3 puntos en cuanto a la calidad del ombligo se encontraron en 50,2%, 43,8% y 5,7%, respectivamente.

Los investigadores concluyeron que el período de almacenamiento no tuvo efecto sobre el peso del pollito y la calidad del ombligo, pero que la longitud del pollito disminuyó con el aumento del período de almacenamiento del huevo (Goliomytis, Tsipouzian y Theodorides, 2015), quienes llegaron a resultados similares, reportaron que hubo diferencias entre las longitudes promedio y pesos promedio de los pollitos obtenidos de los huevos almacenados a 15°C y bajo 75% de humedad relativa por 4, 12 y 16 días. Se encontró que las longitudes y los pesos promedio de los pollitos obtenidos de los huevos almacenados durante un largo período de tiempo eran más bajos, mientras que no se encontraron diferencias en el puntaje promedio de Tona y del ombligo entre los grupos.

Otros factores que afectan la calidad del pollito son el tipo de incubación y el manejo posterior al nacimiento. La incubación clásica se define como el sistema en el que la temperatura y la humedad se mantienen constantes durante el período de desarrollo embrionario, así como en el período de eclosión y mediante el cual los pollitos se secan y transportan a las áreas de cría después de la eclosión.

Ya sea que la incubadora sea de una o varias etapas, el tiempo que transcurre hasta que los pollitos son llevados al lugar de crianza y las condiciones ambientales durante el período posterior a la eclosión también afectan la calidad de los pollitos. Mesquita et al. (2021) compararon los sistemas de incubadoras de etapa única y multietapa en términos de incubabilidad, ventana de nacimiento, pérdida de peso del huevo, calidad del pollito y características de rendimiento del pollito.

2.3.5 Mortalidad embrionaria

La mortalidad de pollitos de un día es un tema importante en la producción avícola, y hay varias causas que pueden contribuir a la muerte de los pollitos durante las primeras horas de vida. Algunas de las características de la mortalidad de pollitos de un día en los últimos 5 años incluyen:

Enfermedades. Las enfermedades, especialmente las infecciones bacterianas como el ombligo inflamado y la enfermedad de Marek, pueden ser una causa importante de mortalidad de pollitos de un día.

Genética. La genética también puede jugar un papel en la mortalidad de los pollitos de un día, ya que algunos problemas congénitos pueden ser fatales para los pollitos recién nacidos.

Manejo. El manejo inadecuado durante el transporte y la incubación puede contribuir a la mortalidad de los pollitos de un día. Por ejemplo, los huevos dañados o las fluctuaciones de temperatura pueden afectar negativamente el desarrollo embrionario y la tasa de eclosión.

Nutrición. La nutrición inadecuada de los pollitos de un día, especialmente durante las primeras horas de vida, puede ser una causa importante de mortalidad.

Ambiente. El ambiente en el que se mantienen los pollitos de un día también puede serun factor importante en su supervivencia. Los pollitos recién nacidos requieren temperaturas cálidas y condiciones secas para sobrevivir.

En general, la mortalidad de pollitos de un día ha disminuido en los últimos años graciasa la mejora de la tecnología y la atención al detalle en la producción avícola. Sin embargo, es importante seguir monitoreando y mejorando la calidad de la incubación, el manejo y lanutrición para mantener la salud y la supervivencia de los pollitos recién nacidos.

En este mismo orden de ideas, se puede decir que el aumento de la eficiencia reproductiva es importante en la industria avícola y la falta de eclosión de un huevo; debido principalmente a la infertilidad y la mortalidad embrionaria reduce la eficiencia reproductiva.

Según Galíndez y Blanco (2017) la evaluación de la infertilidad y la mortalidad embrionaria, cada una de las cuales provoca que un huevo no eclosione, es de interés económico para la industria avícola. El almacenamiento de huevos para incubar es una parte indispensable del funcionamiento de la incubadora, aunque la duración y las condiciones de almacenamiento pueden influir en la viabilidad embrionaria (Galíndez y Blanco, 2017). El rendimiento de la eclosión está influenciado por las condiciones de almacenamiento previas a la incubación, por ejemplo, el tiempo que se almacenan los huevos.

Aumentar el número de días de almacenamiento aumenta la proporción de mortalidad embrionaria durante el almacenamiento y la incubación y, por lo tanto, aumenta la probabilidad

de que no eclosionen sugirieron que el bajo pH de los huevos frescos podría ser perjudicial para la supervivencia del embrión (Galíndez y Blanco, 2017).

Díaz y González (2018), explicaron que cada proporción de mortalidad embrionaria temprana o tardía aumentó a diferentes tasas para los huevos de pollos de engorde incubados inmediatamente, en comparación con los incubados después de 7 días de almacenamiento. Los efectos negativos del almacenamiento prolongado de huevos pueden ser causados por cambiosen el embrión, en las características del huevo o por ambos).

Sin embargo, Bravo Alvarado y Tenen (2022) informaron que la tasa de mortalidad embrionaria no se vio afectada en huevos almacenados durante 3 o 7 días. Consideran los autores que el peso del huevo podría influir en la tasa de mortalidad embrionaria durante la incubación, de igual forma observaron una mayor incubabilidad en huevos grandes en diferentes razas.

2.3.6 Pilares de incubación

El huevo para incubar de pollo es un sistema autónomo de soporte vital para el embrión en desarrollo. Conforme a Abreu (2017), el rendimiento de las aves después de la eclosión depende de varios factores, incluido el manejo y la edad del criador, las condiciones de almacenamiento de los huevos y la duración antes de la incubación, y las condiciones de incubación. Estudios como los realizados por (Rodríguez y Cruz, 2017) han determinado el efecto de los factores de incubación sobre el potencial de crecimiento de los pollitos después de

la eclosión. Por lo tanto, la calidad física de los pollitos al nacer Deben recibir cada vez más atención.

Acosta Páez y Jaramillo (2015), consideran que, aunque la temperatura de incubación, la humedad, el volteo y la ventilación se investigan ampliamente, los efectos de varias variables, como la exposición del embrión a niveles altos o bajos, el tiempo de exposición, la amplitud de las variaciones y las exposiciones por etapas en el desarrollo del embrión y después de la eclosión el rendimiento sigue siendo poco conocidos. Este documento de revisión se centra en la calidad de los pollitos y el rendimiento posterior a la eclosión en función de las condiciones de incubación. Además, los parámetros de calidad física del pollito se analizan en el contexto de los parámetros para determinar la calidad del pollito y los factores que pueden afectarla.

El crecimiento y el metabolismo de un pollito de 1 día de edad están determinados principalmente por procesos que ocurren durante el desarrollo embrionario. El principal objetivo de las incubadoras es desarrollar un pollito con buena incubabilidad, viabilidad y buen rendimiento después del nacimiento. Según Loor y Ignacio (2022), es fundamental determinar las fuentes de los factores variables, así como las repercusiones de estos factores para un desarrollo embrionario y resultados de eclosión óptimos. Los cambios fisiológicos ocurren durante el desarrollo embrionario y el pollito de un día de nacido tiene 21 días de desarrollo.

La relación entre varios parámetros fisiológicos como el equilibrio de la corticosterona y las hormonas tiroideas, la producción de calor y el metabolismo, y el intercambio de gases (O2, CO2) es crucial para el desarrollo de los embriones y su supervivencia en el proceso de

incubación (Alvarado y Xiomara, 2019). Además, las condiciones de incubación como la temperatura, la hipoxia (oxígeno bajo), la hiperoxia (oxígeno alto) y la hipercapnia CO alto) pueden alterar estos parámetros fisiológicos e influir en el desarrollo embrionario de diversas formas. Esto podría tener un impacto en la trayectoria de crecimiento general del embrión y, como resultado, en la uniformidad de la parvada.

En la literatura consultada como la de Bravo y Tenen (2022), las relaciones entre los parámetros fisiológicos y las condiciones de incubación con el desarrollo embrionario en el tiempo son escasas, y es muy deseable una mejor comprensión de estos parámetros que afectan la calidad del pollito y el crecimiento posterior a la eclosión. El vínculo entre la alimentación inicial y el rendimiento de los pollitos después del nacimiento es crucial. Es bien sabido que negar el acceso a la nutrición a los pollitos de 1 día de edad disminuye el crecimiento posterior a la eclosión. Es ampliamente conocido que la primera alimentación estimula una variedad de objetivos moleculares y celulares, incluidas enzimas y hormonas, que afectan el crecimiento general y una variedad de procesos fisiológicos, incluida la utilización de la yema. Alvarado & Xiomara, (2019).

Como resultado, la relación entre la alimentación inicial y el rendimiento de los pollitos después del nacimiento es particularmente intrigante. La alimentación in ovo se examinó en profundidad para comprender cómo los nutrientes exógenos podrían afectar el crecimiento embrionario y la eclosión. Por otro lado, se encontraron estudios que consideran importante la foto incubación, entiéndese esta como un proceso de estimulación de embriones en desarrollo conluz (Tong, 2018; Zhang, 2016), los precitados autores plantean que durante la embriogénesis,

se ha informado sobre el efecto de promoción del crecimiento de la foto incubación y hay fragmentos de evidencia de que la foto incubación influye en los eventos deeclosión, parámetros de rendimiento de crecimiento después de la eclosión, respuestas de miedo,nivel de estrés y adaptabilidad al nuevo entorno posterior a la eclosión.

El papel de la luz en el proceso fisiológico de la ontogénesis avícola es fundamental para sincronizar el conocimiento y los hallazgos científicos. Esta revisión se centra en los efectos de las condiciones de incubación como la ventilación, la luz, la temperatura, la humedad relativa y la alimentación in ovo sobre los parámetros del embrión y posteriores a la eclosión.

En fin, se puede decir que, la calidad del pollito se refiere a una variedad de características en el momento del nacimiento que se relacionan o podrían relacionarse con la salud y el rendimiento potenciales en el período posterior al nacimiento. Los rasgos se pueden combinar y se puede usar una puntuación estandarizada para evaluar a los pollitos. Un pollito de buena calidad es limpio, seco y libre de suciedad y contaminación, con ojos claros y brillantes, libre de deformidades y lesiones en la piel, con patas de conformación normal, pico bien formado, dedos firmes y rectos, y con una piel completamente sellada y limpia, ombligo libre de saco vitelino o membranas secas.

El pollito debe estar alerta, interesado en su entorno y responde a los sonidos (Gandarillas, 2019). La puntuación de Tona o Pasgar es un ejemplo de un sistema de puntuación estandarizado a través de una variedad de criterios que incluyen la viabilidad de los pollitos, la absorción del saco vitelino, el cierre del ombligo y la capacidad de los pollitos para recuperarse

después de colocarlos boca arriba. La longitud del pollito es otra medida utilizada para evaluar los efectos de la incubación. La longitud del pollito es la distancia desde la punta del pico hasta la punta del dedo medio medida estirando el pollito a su longitud total. Se considera un mejor indicador que el peso del pollito de un día, cuando se corrige por el peso del huevo y la edad de la parvada reproductora (Contreras y Giovani, 2016).

El desarrollo del embrión comienza en el oviducto de la gallina. Después de la oviposición, el desarrollo del embrión se vuelve latente hasta que el huevo se encuentra en condiciones óptimas para la incubación. El almacenamiento de huevos aprovecha esta latencia para una producción optimizada. Sin embargo, las condiciones ambientales durante el almacenamiento y la duración del almacenamiento pueden tener un impacto dramático en la incubabilidad, como se revisa en Rivera y Adolfo (2022). Para lograr la máxima incubabilidad,se recomienda que los huevos se almacenen por no más de tres días y es importante mantener la temperatura y la humedad relativa (HR) durante el almacenamiento de los huevos a 18°C y 70-78%, respectivamente.

Los huevos fértiles almacenados en las condiciones recomendadas de temperatura y humedad no eclosionaron por completo cuando se mantuvieron almacenados durante más de 25 días. Incluso después de siete días de almacenamiento (incubabilidad del 87 % al 90 %), se notó una reducción significativa (3% a 76%) en la incubabilidad (Butcher y Nilipour, 2009). Cuando los períodos de almacenamiento de huevos son prolongados, es necesario ajustar la temperatura y la HR para preservar la integridad interna de los huevos. Generalmente, a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento de los huevos, se debe disminuir la temperatura en la sala de

almacenamiento y aumentar la HR para evitar la deshidratación. Por ejemplo, los huevos se pueden almacenar a una temperatura de 18 °C a 20 °C hasta por ocho días. Si el almacenamiento es más largo, la temperatura debe bajar a 15°C a 16°C (Bergoug, 2018).

Por lo tanto, independientemente de la edad de las reproductoras, los largos periodos de almacenamiento reducen la incubabilidad de los huevos fértiles. Los efectos perjudiciales de la larga duración del almacenamiento sobre la viabilidad en reproductores mayores se deben principalmente a una mayor incidencia de sacrificios y pérdidas embrionarias en todas las etapas.

A modo de conclusión, se puede decir que, el principal factor que contribuye a los cambios durante el almacenamiento es la albúmina. Como componente más dinámico, una albúmina comprometida afecta la capacidad de amortiguación de los huevos (Zambrano & Zambrano, 2021). El pH de la albúmina aumenta con la duración del almacenamiento, pero la mayor parte de este aumento ocurre durante los primeros cuatro días de almacenamiento. Sin embargo, a lo largo de la literatura consultada se encontró que un impacto más negativo en el que el almacenamiento reduce la incubabilidad en un 1,17 % y aumenta la mortalidad embrionaria en un 1,15 % por día de almacenamiento. Durante largos períodos de almacenamiento, el tiempo de eclosión varía con la edad de la gallina, independientemente de la línea de reproductoras, la temperatura de almacenamiento y el tiempo de puesta de huevos.

Para el mismo período de almacenamiento prolongado (8 a 14 días), los huevos de reproductoras jóvenes (25 a 30 semanas) tuvieron una reducción más pronunciada en la incubabilidad (0.8 % por día) en comparación con los huevos de reproductoras mayores de 51 a

60 semanas (Zambrano y Zambrano, 2021). El almacenamiento prolongado de huevos puede retrasar la HT, es decir el pico de eclosión (50% del total de pollitos nacidos) se alcanza después de 486 h de incubación para huevos almacenados durante tres días, pero se alcanza 18 h más tarde para 18 días de almacenamiento (1 h/día de almacenamiento) sin afectar el PH estudios acá observados señalaron que el volteo de los huevos parece ser más importante para los huevos de criadores mayores. Sin embargo, se recomienda evitar la exposición de huevos de reproductoras viejas a altas temperaturas (36 °C) durante períodos prolongados antes del almacenamiento.

Los siguientes pilares de incubación, son aportados por Agroavicola Sanmarino S.A., (2023):

Temperatura de incubación. La temperatura óptima de incubación para pollitos es de alrededor de 37,5°C (99,5°F). En los últimos años, se han utilizado variaciones en la temperatura de incubación, con algunos estudios que sugieren temperaturas ligeramente más bajas o más altas para lograr una mejor tasa de eclosión o un mejor desarrollo embrionario.

Humedad de incubación. La humedad óptima de incubación para pollitos es de alrededor del 50-60%. Sin embargo, la humedad de incubación también ha sido objeto de debate en los últimos años, con algunos estudios que sugieren que la reducción de la humedad en la etapa finalde la incubación puede mejorar la tasa de eclosión y la calidad del pollito.

Tiempo de incubación. El tiempo de incubación promedio para pollitos es de aproximadamente 21 días. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que la duración de la incubación puede variar ligeramente dependiendo de la temperatura y la humedad de incubación.

Ventilación de la incubadora. La ventilación adecuada en la incubadora es esencial para el éxito de la incubación. Se recomienda una buena ventilación para evitar la acumulación de dióxido de carbono y mantener una adecuada oxigenación para el desarrollo del embrión.

2.3.7 Teoría de la organización

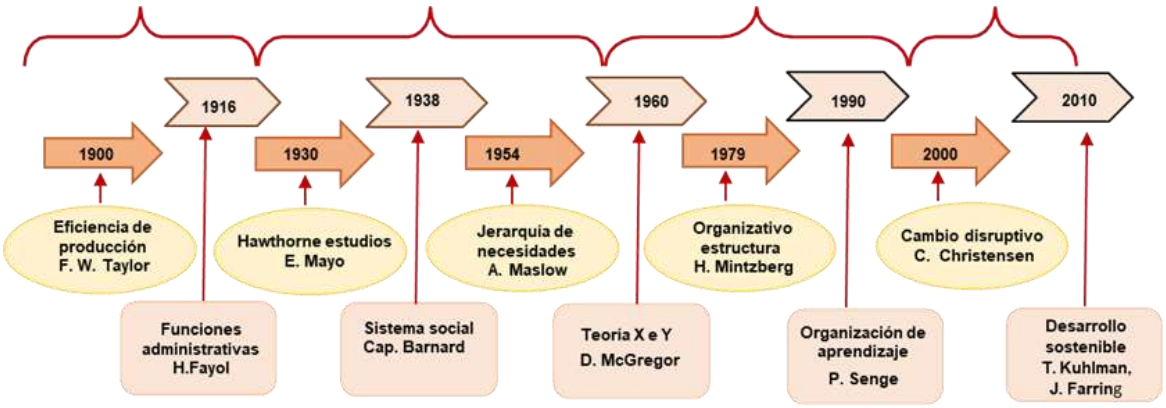
Las teorías de la organización brindan herramientas y conocimientos para administrar organizaciones, así como pautas para resolver problemas en la administración de diferentes organizaciones (y sus estructuras). Su formación y desarrollo han atraído recientemente un gran interés por parte de los académicos. Haveman (2020) afirman que algunos estudiosos de la administración han señalado que dichas teorías son importantes dentro del crecimiento empresarial y organizacional. Bodrožić y Adler (2018) analizaron la evolución de los modelos de gestión dentro de las teorías de la organización e. intentaron comprender el desarrollo de esta dentro de la gestión empresarial.

La teoría de la organización a lo largo de los tiempos ha permitido crear nuevos conocimientos en matemáticas, psicología, sociología, antropología, lingüística, economía e ingeniería y ciencias de la ingeniería, que ha permitido la investigación de gestión, tanto teóricos como prácticos, para tener una comprensión más profunda de la interacción entre los recursos

internos de la organización y los elementos externos, lo que lleva a nuevos enfoques, escuelas y teorías. Por ejemplo, las teorías de unidades sistematizadas distinguidas en la literatura se pueden dividir en ciertos grupos por sus características cronológicas, tal como se aprecia en la figura 2.

Figura 2

Evolución de las teorías de gestión.



Nota. La figura muestra la evolución de las teorías de gestión.

2.4 Marco teórico

Teniendo como base que existen varias investigaciones que demuestran la importancia de continuar estudios en temas tan relevantes para la industria avícola como es la calidad de las aves en las plantas de incubación; se referenciarán algunos trabajos de investigadores, que servirán de soporte para el presente estudio.

Según Arzálluz (2007), es fundamental determinar las fuentes de los factores variables, así como las repercusiones de los mismos en el desarrollo embrionario y resultados deeclosión óptimos. Los cambios fisiológicos ocurren durante el desarrollo embrionario, dicho período tiene una duración de 21 días.

La alimentación in ovo se examinó en profundidad para comprender cómo los nutrientes exógenos podrían afectar el crecimiento embrionario y la eclosión (Decuypere y Bruggeman, 2007).

Es así como Acosta Páez y Jaramillo (2015), consideran que, aunque la temperatura de incubación, la humedad, el volteo y la ventilación se investigan ampliamente, los efectos de algunas variables; como la exposición del embrión a niveles apropiados de temperatura, el temperatura, el tiempo de exposición, la amplitud de las variaciones y las exposiciones por etapas en el desarrollo del embrión y después de la eclosión, es poco lo que se ha estudiado al respecto; por ello en este documento de revisión aborda la calidad de los pollitos y el rendimiento posterior ala eclosión en función de las condiciones de incubación. Además, los parámetros de calidad física del pollito se analizan en el contexto de los parámetros para determinar la calidad del pollito y los factores que pueden afectarla.

Conforme a Abreu (2017), el rendimiento de las aves después de la eclosión depende de varios factores, incluido el manejo, la edad, las condiciones de almacenamiento de los huevos, el tiempo pre-incubación y las condiciones de incubación. Los estudios realizados por (Rodríguez y Cruz, 2017; Loor y Ignacio, 2022; Alvarado y Xiomara, 2019) han determinado el efecto de los

factores de incubación sobre el potencial de crecimiento de los pollitos después de la eclosión. Por lo tanto, la calidad física de los pollitos depende del cuidadoque se le dé al momento de nacer.

Ramírez (2019), el crecimiento y el metabolismo de un pollito de 1 día de edad están determinados principalmente por procesos que ocurren durante el desarrollo embrionario. El principal objetivo de las incubadoras es desarrollar un pollito con buena incubabilidad, viabilidad y buen rendimiento después del nacimiento.

Mustelier (2020) considera, que la alimentación en los pollitos recién nacidos es importante, puesto que estimula una variedad moléculas y células, incluidas enzimas y hormonas, que afectan el crecimiento general y una variedad de procesos fisiológicos, incluida la utilización de la yema. Como resultado, la relación entre la alimentación inicial y el rendimiento de los pollitos después del nacimiento es particularmente intrigante.

Conforme a Sierra y Esteban (2022), existen diversos factores que facilitan la supervivencia de los embriones antes del proceso de incubación, los cuales importantes para la calidad del pollito al nacer, entre ellos se tienen parámetros fisiológicos como el equilibrio de la corticosterona y las hormonas tiroideas, la producción de calor y el metabolismo; el intercambio de gases (O2, CO2), los cuales son importantes para el desarrollo y supervivencia de los embriones en el proceso de incubación (Bruggeman, 1999; Tona, 2004). Además, las condiciones de incubación como la temperatura, la hipoxia (oxígeno bajo), la hiperoxia (oxígeno

alto) y la hipercapnia (CO alto)2) pueden alterar estos parámetros fisiológicos e influir en el desarrollo embrionario de diversas formas (Alvarado y Vásquez (2019).

Estudios realizados por (Bravo y Tenen, 2022; Estrada, Márquez y Restrepo, 2007; Villa, A. 2011), consideran que las relaciones entre los parámetros fisiológicos y las condicionesde incubación con el desarrollo embrionario en el tiempo son escasas; se espera mayor comprensión de estos parámetros que afectan la calidad del pollito y el crecimiento posterior a laeclosión. Kattan y Alejandra (2018). El vínculo entre la alimentación inicial y el rendimiento delos pollitos después del nacimiento es crucial. Es bien sabido que negar el acceso a la nutrición alos pollitos de 1 día de edad disminuye el crecimiento posterior a la eclosión.

Capítulo 3. Diseño metodológico

Para la ejecución de la presente investigación y dada la naturaleza de esta, se llevó a cabo una investigación aplicada bajo una metodología con diseño experimental con un corte transversal-descriptivo y así dar respuesta al interrogante planteado y cumplir con los objetivos propuestos. En los siguientes apartes se explica la metodología que se desarrolló en la presente investigación.

3.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo del presente estudio se estableció realizar una investigación de tipo no experimental, ya que se basó fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se fueron presentando en su contexto natural, sin ninguna manipulación de las variables, para analizarlos posteriormente; como señala Kerlinger (1979, p. 116). “La investigación no experimental o expost-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones” (Kerlinger, 1979).

3.1.1 Enfoque de investigación

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó el **enfoque cuantitativo,** por ser un proceso donde se recolecta, analiza y vinculan datos numéricos mediante procedimientos estadísticos. Para obtener los resultados el investigador busco obtener valores numéricos con el

objetivo de desarrollar análisis y modelos estadísticos para determinar el comportamiento y efecto de las variables de interés (Sinnaps, 2019).

En esta investigación el enfoque cuantitativo se aplica al medir los pilares de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) en relación con datos control. Así mismo al analizar a estos pilares de incubación sobre los parámetros de calidad del pollito (% de incubabilidad, % eclosión, % muerte embrionaria, % pollitos de primera y segunda).

3.1.2 Alcance de la investigación

Por otra parte, se utilizó un nivel descriptivo, donde se realizaron los respectivos análisis. De acuerdo con los planteamientos de Fernández, Batista, Hernández (2014) “La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantesde cualquier fenómeno que se analice” (p.119). El estudio es descriptivo ya que se busca optimizar la calidad y desempeño de los pollitos recién nacidos en las plantas de incubación, alineándolos con los parámetros de nacimiento definidos por la empresa, con el propósito de incrementar la eficiencia productiva de las aves.

3.1.3 Diseño de la investigación

La presente investigación está enmarcada dentro de un diseño transversal o transeccional, puesto que el propósito es la descripción de las variables, recolección y análisis de datos en un solo momento, como lo plantea Mateo, (2006) “analizar simultáneamente los componentes de

una muestra en la que figuren sujetos de diferentes edades de forma que cubran el arco de tiempo propuesto en el estudio".

3.2 Población y muestra

Teniendo en cuenta las fases metodológicas de la investigación y dada las características, la población objeto de estudio estuvo conformada por la totalidad de nacimientos obtenidos en todas las plantas (144 Nacimientos/mes, 18 por planta/mes) y en el tiempo establecido para la ejecución del proyecto (seis meses, de julio a diciembre del 2023). Con una población de 75.310.165 pollitos de un día de nacidos y un total 864 nacimientos durante el tiempo de la investigación. Con el propósito de tener mayor cobertura y validez en la aplicación de los datos, se optó por trabajar con la totalidad de los datos.

3.3 Modelo estadístico

Para llevar a cabo esta investigación en el análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación, se pueden utilizar varios modelos estadísticos y técnicas de mejoramiento según los datos y los objetivos específicos de la investigación.

En el presente estudio se aplicó el modelo de regresión: Este modelo se utilizó para analizar la relación entre las variables de entrada (como temperatura, humedad, tiempo de incubación, volteos, entre otros.) y la producción de pollitos. Se puedes ajustar modelos lineales o no lineales según la complejidad de los datos.

Por otro lado, se aplicó el análisis de sensibilidad, con el fin de identificar cuáles fueron los parámetros más sensibles en el modelo y así enfocarse en optimizarlos de manera efectiva.

3.4 Diseño de instrumentos de recolección de la información y técnicas de análisis de dato

Para llevar a cabo este estudio sobre el análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación, fue importante utilizar una variedad de instrumentos de recolección de información para recopilar datos precisos y relevantes.

Observaciones directas. Fue importante realizar observaciones directas en las plantas de incubación para registrar el proceso de incubación en tiempo real. Con esto se puedo incluir la monitorización de parámetros como la temperatura, la humedad y la calidad de los huevos.

Análisis de registros y datos históricos. En este aspecto fue importante examinar los registros de producción y datos históricos de las plantas de incubación para identificar tendencias y patrones a lo largo del tiempo. Esto ayudó a identificar áreas problemáticas y oportunidades de mejora.

Sensores y tecnología de monitoreo. Se utilizaron sensores y tecnología de monitoreo automatizado para recopilar datos en tiempo real sobre parámetros clave como la temperatura, la humedad en las incubadoras y número y tiempo de volteos. Esto proporcionó datos precisos y continuos para el análisis.

Entrevistas. Se Realizó entrevistas semiestructuradas con expertos en avicultura, personal de la planta de incubación, veterinarios y otros profesionales relacionados. Estas entrevistas proporcionaron información valiosa sobre prácticas actuales, desafíos y posibles áreas de mejora.

Grupos focales. Se organizó grupos focales con empleados de la planta de incubación paradiscutir problemas y soluciones potenciales en un entorno de grupo. Esto generó ideas adicionalesy permitió fomentar la colaboración.

Las entrevistas y los grupos focales, permitieron el diseño de un plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación, recomendadas para la empresa avícola colombiana seleccionada.

3.5 Análisis de la información

El análisis de datos obtenidos se comparó teniendo como referencia los datos control establecidos para los procesos de incubación. Se utilizó softwares de análisis de datos, en este caso Excel y SPSS Versión 25, para procesar y analizar la información recopilada. Esto permitió identificar correlaciones, tendencias y relaciones significativas en los datos.

Capítulo 4. Resultados

A continuación, se presenta el análisis de los resultados correspondiente a la investigación: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE POLLITOS RECIÉN NACIDOS EN PLANTAS DE INCUBACIÓN DE UNA COMPAÑÍA AVÍCOLA COLOMBIANA PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO

En este capítulo se encuentran los pasos que orientan los procesos tabulación y análisis de los resultados, sus técnicas de presentación, el análisis estadístico de los mismos, así como el manejo de los datos y su posterior interpretación. Los resultados son presentados por cada objetivo desarrollado en la investigación.

Antes de empezar a dar respuesta a cada uno de los objetivos planteados en la investigación se hará una breve descripción de las características que determinan la calidad de un pollito de un día en la planta de incubación.

Lo primero que se debe hacer es una observación del promedio y distribución del peso de los pollitos al momento de nacer, el cual debe estar entre el 67 y 70% del peso del huevo incubado. En segunda instancia evaluar las características físicas de los pollitos, como que estén secos, pero con plumón mullido, correcto desarrollo de las plumas del ala, ojos redondos brillantes, vivos y activos, ombligos completamente cerrados, ausencia de corvejones rojos o picos con marcas rojas, lo cual indica que los pollos no sufrieron en el momento de la eclosión.

Como tercer paso comprobación de una temperatura rectal entre 39.5ºC y 40ºC al momento de la sacada de las máquinas nacedoras. Como cuarto paso observación de la actividad de los pollitos y ausencia o poco meconio en los huevos dentro de las bandejas nacedoras.

Finalmente, analizar la ventana de nacimiento del lote, para evitar que parte del lote eclosione muy temprano o muy tarde, y se presenten problemas como deshidratación, resequedad, quemaduras entre otras, en los pollitos disminuyendo su calidad.

A continuación, se mostrará una tabla con los parámetros de evaluación de la calidad del pollito recién nacido manejada en cada una de las plantas de incubación de la empresa avícola seleccionada en la investigación.

Tabla 1

Parámetros de evaluación de la calidad del pollito de un día de nacido en la planta de incubación.

PARAMETROS DE EVALUACION DE LA CALIDAD DEL POLLITO DE UN DIA DE NACIDO EN LA PLANTA DE INCUBACION			
INDICADOR	**OBJETIVO**	**PROCEDIMIENTO**	**DETERMINA**

"Tabla 1" "Continuación"

% Nacimiento según tabla del Standard por lote	Medir y evaluar el potencial de nacimientos con respecto al huevo sometido al proceso de incubación.	Se determina por la cantidad de pollitos nacidos y el nuero de huevos sentados en máquina.	El % de incubabilidad
Peso y uniformidad de las aves	Pesar y evaluar el peso de las aves y su uniformidad el día 1	Se pesa el 10% de las aves de cada nacimiento y se determina la calidad de las aves.	% de pollitos de primera, segunda
Evolución de aspectos físicos	Verificar la calidad del ave bajo la inspección de diversos aspectos físicos los cuales determinan el cumplimiento de los requisitos o especificaciones del cliente.	Se toma el 2% de los pollitos nacidos y se realiza una evaluación visual de aspectos como plumaje, presencia de defectos, picos, tarsos entre otros.	% de pollitos de primera, segunda
Evaluación de Ombligos	Verificar la calidad del ave bajo la inspección del ombligo	Se toma el 2% de los pollitos nacidos y con una pistola de aire se	% de pollitos de primera, segunda

		revisan los ombligos y se categorizan en 0, 1, 2 y 3.	
Peso del saco vitelino	Realizar El peso del saco vitelino residual.	Se determina tomando 10 aves por lote nacido en planta, este dato del peso del pollito como relación a un buen indicador del crecimiento	% de pollitos de primera, segunda

Nota. La tabla contiene la información de los parámetros de evaluación utilizados en la planta de incubación. Fuente: Agroavicola Sanmarino S.A., 2023.

4.1 Características de las plantas de incubación intervenidas en la investigación

En la tabla 2 se encuentran descritas las características principales de las plantas de incubación que hacen parte de la investigación, en relación a los aspectos geográficos y equipamiento (incubadoras fabricante y características de carga), información que se hace necesaria conocer para el análisis de los resultados obtenidos, dado que de una u otra forman van determinar la calidad del pollito de un día, como se mostrara al dar respuesta a cada uno de los objetivos planteados en la presente investigación.

Tabla 2

Características de las plantas de incubación intervenidas en la investigación.

PLANTA	UBICACIÓN	ALTITUD msnm	CLASE DE MAQUINA	TIPO DE CARGA		TIPO DE PLANTA
				MULTIPLE	UNICA	
Planta N° 1	Km 9 vía San Gil - Socorro - Recta El Cucharo - Pinchote – Santander.	1131 msnm	Chick master	14	0	Abierta
Planta N°2	Km 6 Vía Girón - Bucaramanga Girón– Santander	650 msnm	Jamesway - Chickmaster	16	0	Abierta

“Tabla 2” “Continuación”

Planta N°3	Km 2 Vía Sabanalarga - Barranquilla-	100 msnm	Chick master	0	18	Ambiente controlado

	Sabanalarga - Atlántico					
Planta N°4	Km 4 Vía Flandes - Espinal, Vereda Paradero - Flandes – Tolima.	285 msnm	Jamesway	0	12	Ambiente controlado
Planta N°5	Km 16 Vía Cumaral - Yopal – Paratebueno – Cundinamarca	246 msnm	Jamesway	1	12	Ambiente controlado
Planta N°6	Km 1 Vía Barcelona - Calcedonia – Calarcá – Quindío.	1232 msnm	Chick master	16	0	Abierta
Planta N°7	km 7 Vía Palmira - Candelaria, Corregimiento	967 msnm	Jamesway	10	0	Ambiente controlado

	San Isidro, Palmira - Valle del Cauca					
Planta N°8	Km 39 Panamericana Norte E35 Parroquia Ambuqui - Cantón Ibarra – Provincia Imbabura	1560 msnm	Chick master	5	0	Abierta

Nota. La tabla contiene las características de las plantas de incubación intervenidas en la investigación.

Según la tabla anterior se puede decir que las plantas de incubación intervenidas en la presente investigación presentan diferencias entre ellas, en cuanto a aspectos como ubicación (asnm), tres de las plantas se encuentran a alta altitudes, es decir entre los 1131 a 1560 msnm (N° 1, N°6 y N°8); siete de ellas se encuentra a bajas altitudes, entre 100 y 650 msnm (N°2, N°3, N°4 y N°5) y solo una de ellas mediana altitud, a 967 msnm. Esto implica que se debe hacer correcciones en cuanto a la temperatura de las máquinas de incubación, es decir que a mayor altitud se debe utilizar una mayor temperatura y viceversa.

En cuanto al tipo de planta, cuatro de ellas son de ambiente controlado N°3, N°4, N|5 y N°7), lo que hace que se puedan controlar más fácil los diferentes pilares (temperatura, humedad, volteos y ventilación); y cuatro son abiertas N°1, N°2, N°6, N°8), dificultando el control de los diferentes pilares de incubación.

Por otro lado, la clase de máquinas utilizadas en planta; en cuanto a ello, cuatro de las plantas (N°1, N°3; N°6 y N°8), utilizan máquinas Chickmaster, las cuales es más fácil el control de humedad ya que lo hace a partir de agua; mientras que tres de las plantas (N°4, N°5 y N°7), utilizan maquinas Jameway, las cuales controlan la humedad a través de aire lo que hace que se vea afectado por factores externos como la temperatura ambiental, vientos, entre otros; solo una planta (N°2) cuenta con máquinas Chickmaster y Jameway.

Así mismo, seis de las plantas cuentas con máquinas con carga múltiple (N°1, N°2, N°5, N°6, N°7 y N°8) y tres con carga única (N°3, N°4 y N°5). Siendo las máquinas de carga única, las que son más eficientes en el control de los pilares de incubación.

4.2 Medir los pilares de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) en relación con datos control de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación.

En lo que tiene que ver con la duración y especialmente los resultados de la incubación, se plantea que están influenciados por una serie de factores como el periodo de almacenamiento

previo de los huevos, las condiciones ambientales de pre incubación, el tamaño del huevo, el grosor y porosidad de la cáscara, como lo afirma Gonzáles, 2003.

De igual manera, Givisiez, 2003, estable que parámetros como la temperatura de incubación, humedad relativa, la frecuencia de volteo de los huevos durante la incubación y la ventilación, entendiendo esta última como el contenido de oxígeno y anhídrido carbónico del aire, y la presión barométrica; van a influenciar sobre los resultados de la incubación.

El éxito de la incubación está relacionado con el análisis de los resultados obtenidos de acuerdo con varios indicadores fundamentales para el buen desempeño del ciclo productivo del huevo al pollito, para ello se hace necesario la implementación de controles diarios de estas variables durante el ciclo productivo, siendo necesario la implementación de registros confiables y oportunos en cada una de las etapas productivas que faciliten el análisis y toma dedecisiones en búsqueda de los parámetros más eficientes en cada una de las etapas de la incubación.

Para la realización de la investigación se tuvieron en cuenta ocho plantas de incubación, pertenecientes a una misma empresa avícola, con características diferentes para la producción de pollito de engorde; las cuales a continuación se mencionan, teniéndose en cuenta los factores relacionados.

Para la evaluación de los pilares incubación se tomó como referencia la guía técnicade manejo de la planta de incubación, sugerida por la empresa avícola Ver tabla 5.

Tabla 3

Guía técnica de manejo planta de incubación

Temperatura °F	% Humedad	N° Volteos/día	%Ventilación
98,8 - 99,5	83- 86	36	100

Nota. Fuente. Agroavicola Sanmarino (2023).

Los parámetros o pilares de incubación fueron evaluados en un periodo de 6 meses, tiempo en que sedesarrolló el proceso experimental de la investigación, en las 8 plantas de incubación (7 a nivel nacional y 1 a nivel internacional). Se analizaron datos de cada uno de los procesos en las diferentes plantas respecto a temperatura, humedad, ventilación interna de las máquinas y número de volteos de los huevos en el proceso de incubación.

Los pilares obtenidos en el estudio pueden observarse en la tabla 4.

Tabla 4

Parámetros de incubación obtenidos en planta

Planta de incubación	**Temperatura °F**	**% Humedad**	**N° Volteos/día**	**%Ventilación**
Planta N°1	99,4	83	32	98
Planta N°2	99,2	83	32	98
Planta N°3	98,5	83	32	98
Planta N°4	99,0	83	32	98
Planta N°5	98,9	83	32	98
Planta N°6	99,4	84	32	98
Planta N°7	98,8	83	32	98
Planta N°8	99,4	86	32	98

Nota. La tabla contiene parámetros de incubación obtenidos en planta

Para evaluar los pilares (temperatura, humedad, ventilación y número de volteos) en las plantas de incubación, objeto de estudio de la presente investigación se procedió hacer una comparación con los sugeridos por la empresa y los obtenidos en campo. Ver tabla 5.

Tabla 5

Comparación de los parámetros de incubación obtenidos con los sugeridos por la empresa

Planta de incubación	Temperatura °F		Humedad %		Volteos/día N°		Ventilación %	
	Guía	Real	Guía	Real	Guía	Real	Guía	Real
Planta N°1	98,8	99,4	86	83	36	32	100	98
Planta N°2	98,8	99,2	86	83	36	32	100	98
Planta N°3	98,8	98,5	86	83	36	32	100	98
Planta N°4	98,8	99,0	86	83	36	32	100	98
Planta N°5	98,8	98,9	86	83	36	32	100	98
Planta N° 6	98,8	99,4	86	84	36	32	100	98
Planta N° 7	98,8	98,8	86	83	36	32	100	98
Planta N°8	98,8	99,4	86	86	36	32	100	98

Nota. La tabla contiene la comparación de los parámetros de incubación obtenidos con los sugeridos por la empresa

En las plantas de incubación, se realizan manejos y/o prácticas que pueden ayudar a expresar el potencial genético que poseen las aves o afectarlo, o ser los responsables directos de la mortalidad al llegar a granja; de allí la importancia de que la empresa de incubación establezca los patrones de medición de acuerdo a lo sugerido por el fabricante de las máquinas, a tendiendo a condiciones especiales como factores ambientales, altitud, demandas del mercado, tipo de máquina (carga única o múltiple), tipo de planta (abierta o de ambiente controlado), inventario de

huevo, edad de las reproductoras y línea genética utilizada, entre otras; sindescuidar que el objetivo trazado es producir pollitos de buena calidad.

Entre los pilares o parámetros de incubación a tener en cuenta están:

La temperatura. Como lo afirman Decuypere y Michels, 1992; Reijrink, 2009; Molenaar; la temperatura de incubación es una variable crucial dentro del proceso de incubación; demostrando que la temperatura óptima es aquella que permite obtener la máxima tasa de eclosión y calidad de pollitos recién nacidos, según lo afirmado por Decuypere y Michels; French, 1997.

Se debe tener mucho cuidado con el manejo de la temperatura en el proceso de incubación, esta no debe manipularse a más de 1 grado, ya sea por encima o por debajo de la establecida; se ha demostrado que temperaturas altas causan muerte embrionaria, deshidratación, nacimientos prematuros y alta mortalidad de los pollitos durante la primera etapa de vida. Así mismo temperaturas deficientes alargan el tiempo de incubación, produciendo pollitos inmaduros y débiles; con lo afirma Galíndez y Blanco 2017.

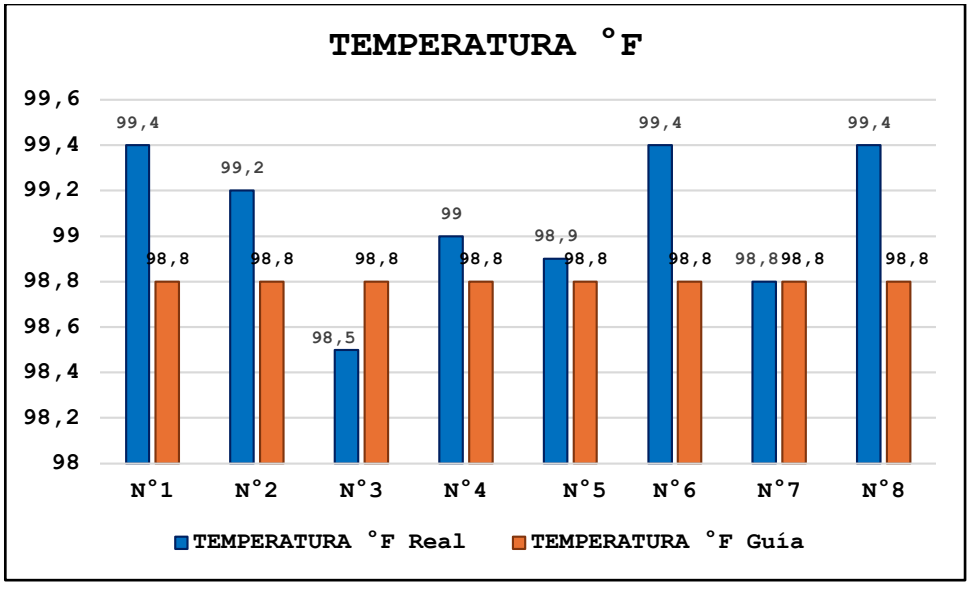
Uno de los factores más determinantes en el nacimiento, desarrollo corporal adecuado y la supervivencia en las granjas, es la temperatura embrionaria. Los embriones en la primera semana de incubación son endotérmicos necesitan calor y debe ser lo más uniforme posible, y en la segunda semana se da la fase exotérmica.

El control de la temperatura es de vital importancia durante el proceso la incubación, puesto que la más mínima variación disminuye el porcentaje de aves eclosionadas, causando deformaciones e incluso la muerte embrionaria. Si la temperatura es demasiado baja, los huevos no se desarrollarán correctamente y si es demasiado alta, pueden presentar problemas de patas, malformaciones, aves mal posicionadas, mala cicatrización umbilical, entre otros.

En la figura 3 se muestran las temperaturas manejadas por cada una de las plantas de incubación en referencia con lo propuesto por el fabricante.

Figura 3

Temperatura (°F) en las diferentes plantas de incubación.



Nota. La figura contiene la temperatura (°F) en las diferentes plantas de incubación.

Desde los conceptos expuestos en este pilar de incubación (temperatura), en la figura 3 se puede observar que solo una de las plantas de incubación (N°7) maneja los estándares establecidos; seis de ellas (N°1, N°2, N°4, N°5, N°6 y N°8), una temperatura superior a la sugerida y la otra restante (N°3), una temperatura inferior a la recomendada.

Se puede concluir de la figura 3, que la planta N°5, manejó una temperatura superior en 0.1°F a lo sugerido, que la planta N°4, en 0.2°F, la planta N°2, en 0.4°F y las plantas N°1, N°6 y N°8, en 0.6°F, siendo estas plantas las que se encuentran a una mayor altitud (entre 1131 a 1560 msnm).

Así mismo la planta N°3, manejó una temperatura inferior de 0.3°F a lo sugerido, siendo la planta que se encuentra ubicada a menor altitud (100 msnm).

Tan solo la planta N°7, fue la única que manejó la temperatura sugerida por la empresa, siendo la planta que se encuentra ubicada a una mediana altitud (967 msnm).

Lo anterior demuestras que las plantas de incubación que se encuentran a una mayor altitud deben aumentar la temperatura no superando en 1°F, la recomendada. De igual forma las plantas que están en altitudes de 100 msnm o menos deberán disminuir la temperatura utilizadas en las máquinas, no superando en 1°F.

La humedad relativa. Otro de los pilares de incubación, es la humedad relativa, siendo el aspecto que menor importancia se le da, pero mostrando una gran en el crecimiento del

embrión y el intercambio de gases; si la humedad es muy alta, el embrión no se oxigena lo suficiente lo que produce asfixia o intoxicación al no poder eliminar el dióxido de carbono, dando como resultado retardo en el nacimiento y pollitos grandes con el abdomen abultado, blando al tacto y pegados a la cáscara (Reyes 2021).

De acuerdo con Souza (2021) Si hay poca humedad el huevo pierde agua y se deshidratará dando como resultado pollitos pequeños, duros, con un aspecto reseco y áspero en el plumaje.

En el proceso de incubación, los huevos pierden agua por difusión a través de los poros de la cascara, lo cual es necesario para generar un tamaño ideal de cámara de aire, que facilite un buen desarrollo pulmonar en el momento del picaje interno.

A medida que aumenta el nivel de humedad, menor es la tasa de pérdida de agua o peso; por consecuencia la cámara de aire será demasiado pequeña, y los pulmones del embrión no podrán inflarse totalmente y el pollito recién nacido no obtendrá el oxígeno suficiente para nacer, lo que llevaría a un número elevado de huevos picados no nacidos. Además, una excesiva perdida de agua trae como consecuencia una deshidratación del embrión.

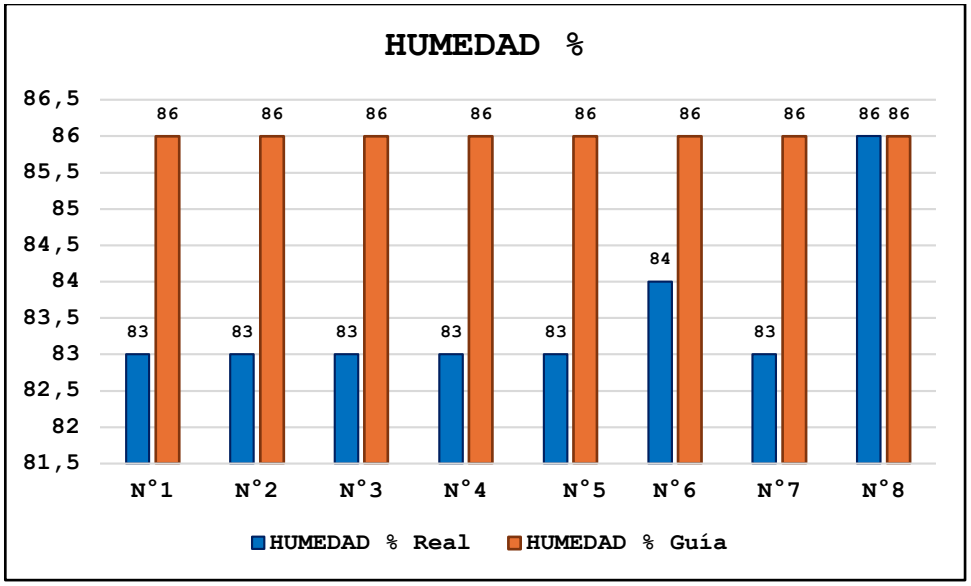
Por consiguiente, es fundamental que durante el proceso de incubación se regule la humedad para lograr una incubabilidad y calidad del pollito óptimas.

En conclusión, la humedad de las incubadoras debe ser tal que al momento de la transferencia los huevos hayan perdido alrededor del 12% de su peso inicial, lo que garantizan una óptima eclosión y ausencia de laceraciones en las patas (codos rojos).

En la figura 4 se muestran las humedades manejadas por cada una de las plantas de incubación en referencia con lo propuesto por el fabricante.

Figura 4.

% Humedad



Nota. La figura contiene % Humedad

Desde el punto de vista tratado en este pilar de incubación (humedad), en la figura 4 se puede observar que solo una de las plantas de incubación (N°8) maneja los estándares establecidos, y siete de ellas, una humedad inferior a la sugerida, aclarando que seis (N°1, N°2, N°3, N°4, N°5 y N°7) manejan un % de humedad del 83% y la N°6 del 84%.

Lo anterior muestra que la humedad de las máquinas de incubación va a estar influenciada por la altitud en la cual se ubica la planta; es decir que a mayor latitud mayor requerimiento de humedad. La planta N°8 se encuentra a 1560 msnm utilizando el 86% de humedad y la planta N°6 está a 1232 msnm, haciendo uso del 84% de humedad; las demás plantas están entre una altitud de 100 a 1131 msnm, con una humedad del 83%. Todo esto tiene que ver con las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono.

Los volteos. Según lo planteado por Padilla et al. (2007), los volteos de los huevos influyen en el desarrollo embrionario, de no realizarse estos, el embrión tiende a adherirse a las paredes de la cáscara, dificultando el buen posicionamiento del pollito para la eclosión. A medida que avanza el desarrollo embrionario, aumenta la producción de calor, lo que un volteo regular del huevo ayudará al flujo de aire y por tanto al enfriamiento. Estos volteos se realizan la primera semana del proceso de incubación durante varias veces al día, puesto que a partir del sexto día el embrión comienza a efectuar movimientos voluntarios que impiden que se pegue a las membranas internas de la cáscara.

Jara, 2019., reporta que volteos deficientes de los huevos, provocan nacimientos en posiciones anormales, pollitos deformes, con plumón corto y áspero. Cuando los huevos son volteados en una sola dirección, se presenta ruptura de vasos sanguíneos y yemas, provocando alta mortalidad embrionaria.

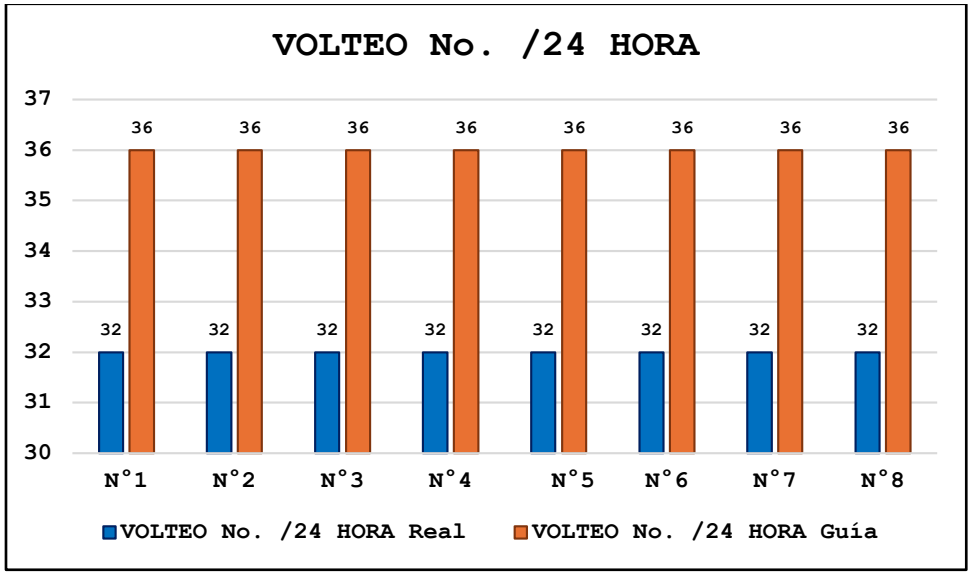
Los volteos son fundamentales en el proceso de incubación para evitar la adherencia del embrión a la membrana de la cáscara del huevo, ayudando al desarrollo del embrión y a mantener su temperatura.

Los volteos se deben realizar por lo menos cada hora con un ángulo de volteo entre 39 a 45 grados. Ángulos de volteo incorrectos reducen la eclosión, la calidad del pollito y el flujo de aire dentro de la incubadora, aumentando el número de pollitos mal posicionados.

En la figura 5 se muestran el número de volteos manejados por cada una de las plantas de incubación en referencia con lo propuesto por el fabricante.

Figura 5

N° Volteos/día



Nota. La figura contiene N° Volteos/día

Al realizar un análisis de este pilar de incubación (volteos), en la figura 5 se puede observar que todas las plantas de incubación estudiadas manejan 32 volteos al día, es decir uno cada 45 minutos, cambiando de posición cada uno de ellos; estando en cuatro volteos por debajo de los estándares establecidos, pero sobrepasando la norma general, que es mínimo 20 volteos al día con un ángulo de 40 a 45 grados, acatando la recomendación técnica de la empresa adquirida a través de los años.

La ventilación. Las concentraciones de oxígeno, en el aire deben estar entre el 21 y 22 % y en cuanto al dióxido de carbono, no debe superar el 0,5 % de él.

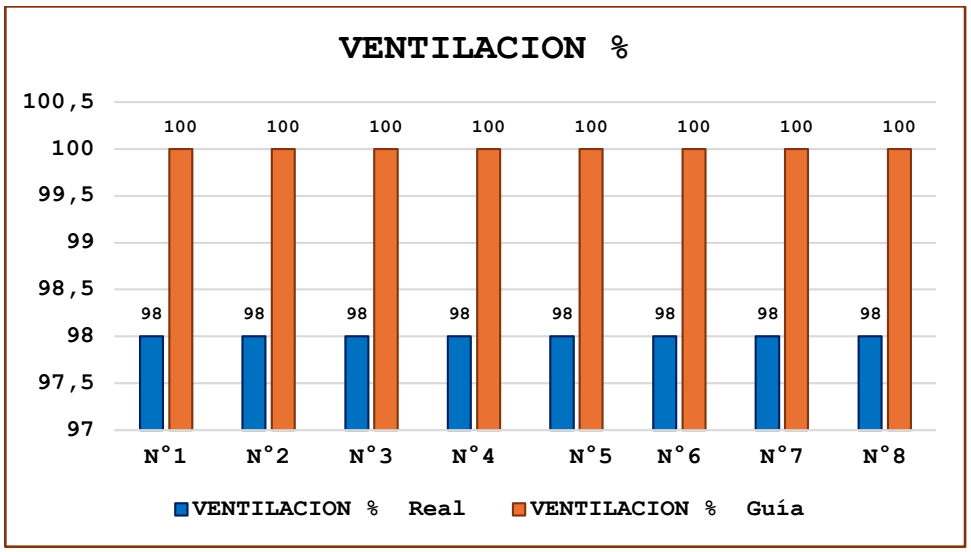
Asegurando una adecuada concentración de oxígeno dentro de las máquinas, asegurándose que tengan suficiente aireación y ventilación controlada, evitando altas concentraciones de dióxido de carbono, causa anormalidades, desarrollo lento y debilidad en los embriones, según lo reportado por Valdez 2008. La ventilación en las plantas de incubación influye sobre la operación eficiente de las máquinas, la incubabilidad y calidad del pollito.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en el flujo de aire en el proceso de incubación es asegurar la combinación adecuada de temperatura y humedad a través de las máquinas mientras que entra aire fresco para oxigenar y sale el aire usado para reducir el dióxido de carbono, la humedad excesiva, y la temperatura.

En la figura 6 se muestran el % de ventilación manejados por cada una de las plantas de incubación en referencia con lo propuesto por el fabricante.

Figura 6

Ventilación %



Nota. La figura contiene la ventilación %

En la figura 6, se puede observar que todas las plantas de incubación estudiadas manejan un 98% de ventilación, un 2% por debajo de lo sugerido por la casa matriz, garantizando una adecuada combinación entre temperatura y humedad.

Como ya se mencionó anteriormente, los resultados del proceso de incubación, que en ultimas es obtener el mayor número de pollitos de excelente calidad, que puedan ser vendido, generando la mayor utilidad tanto económica como de prestigio al productor; va a depender de como sean aplicados los parámetros o perfiles de incubación como la temperatura de incubación, humedad relativa, la frecuencia de volteo de los huevos durante la incubación y la ventilación; como lo afirma Givisiez et al., 2003, pero estos a su vez van a estar influenciados por factores como el periodo de almacenamiento previo de los huevos, las condiciones ambientales de pre

incubación, el tamaño del huevo, el grosor y porosidad de la cáscara, como lo afirma Gonzáles, 2003.

Desde ese contexto, se puede concluir que las plantas que se encuentran a más de 1000 msnm, deben ajustar la temperatura de las maquinas en 0.6°F más, para compensar la altura, la deficiencia de oxígeno, entre otros; asimismo plantas que se encuentran a menos de 100 msnm deben disminuir la temperatura en 0.3°F; de igual forma el % de humedad relativa será menor en plantas ubicadas a menos de 1500 msnm. Por otro lado, se pudo observar que los procesos de incubación se dan mejor, cuando se usan máquinas de carga única.

En cuanto al tipo de máquinas es más fácil el proceso de humedad y ventilación en las maquinas Chickmaster que en las Jamesway, esto dado al sistema de refrigeración de las máquinas.

Por último, se puede decir que los pilares de incubación son mejor controlados en plantas con ambiente cerrados que abiertos.

Por lo tanto, la planta N°4 es la que mejores resultados presenta en cuanto a manejo de parámetros de incubación, es una planta ubicada a 285 msnm, con ambiente controlado, máquinas Jamesway de carga única.

4.3 Analizar los factores de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) sobre parámetros de calidad del pollito (% de viabilidad, % muerte embrionaria temprana y tardía, % eclosión, % pollitos de primera y segunda), de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación.

El gran desafío de las plantas de incubación, hoy en día es administrar responsablemente los aspectos tanto de producción como de mantenimiento, así mismo asegurar la buena calidad de los pollitos bebé.

Haciéndose necesario controlar todo el proceso, desde la calidad de la materia prima que ingresa a la planta de incubación (el huevo fértil), como el proceso de incubación a través de indicadores, que permitan evaluar la calidad no solo del proceso de incubación, sino también del producto final (pollito bebé).

Para la evaluación de los parámetros de calidad del pollito (% de viabilidad, % muerte embrionaria temprana y tardía, % eclosión, % pollitos de primera y segunda) se tomó como referencia la guía técnica de manejo de cada una de las plantas de incubación, establecida por la empresa avícola. Ver tabla 6.

Tabla 6

Parámetros de Incubación establecidos por la empresa

Planta de incubación	% de Viabilidad	% de Eclosión	% Muerte Embrionaria	% de Pollitos Primera	% de Pollitos Segunda	% de Desechos
Planta N°1	90,47%	86,09%	8,64%	86,09%	0,70%	0,50
Planta N°2	90,77%	86,37%	8,76%	86,37%	0,70%	0,50
Planta N°3	89,65%	80,97%	9,61%	80,97%	0,70%	0,50
Planta N°4	89,14%	83,52%	9,42%	83,52%	0,70%	0,50
Planta N°5	90,90%	81,51%	9,64%	81,51%	0,70%	0,50
Planta N°6	87,42%	84,82%	9,20%	84,82%	0,70%	0,50
Planta N°7	89,90%	84,62%	8,85%	84,62%	0,70%	0,50
Planta N°8	89,10%	85,82%	9,53%	85,82%	0,70%	0,50

Nota. La tabla contiene los parámetros de Incubación establecidos por la empresa

Los parámetros de calidad del pollito fueron evaluados en un periodo de 6 meses, tiempo en que se desarrolló el proceso experimental de la investigación, en las 8 plantas de incubación (7 a nivel nacional y 1 a nivel internacional). Se analizaron datos de cada uno de los procesos en las diferentes plantas respecto a % de viabilidad, % de eclosión, % de muerte embrionaria, % de pollitos de primera, % de pollitos de segunda y % de pollitos de desecho, en el proceso de incubación.

Los parámetros obtenidos en el estudio pueden observarse en la tabla 7.

Tabla 7

Parámetros de calidad del pollito obtenidos en planta

Planta incubación	% Viabilidad	% Eclosión	Muerte Embrionaria Inicial	Muerte Embrionaria Final	Pollitos de Primera	Pollitos de Segunda
Planta N°1	90,83%	85,99%	4,38%	4,84	85,50%	0,49%
Planta N°2	91,16%	85,80%	4,59%	5,36	85,10%	0,70%
Planta N°3	88,22%	83,20%	4,98%	5,02	82,80%	0,40%
Planta N°4	88,87%	84,70%	4,59%	4,17	84,40%	0,30%

"Tabla 7" "Continuación"

Planta N°5	87,65%	83,30%	4,89%	4,35	83,10%	0,20%
Planta N°6	86,19%	80,90%	5,73%	5,29	80,60%	0,30%
Planta N°7	90,03%	84,80%	4,18%	5,23	84,50%	0,30%
Planta N°8	88,34%	82,90%	5,84%	5,44	82,30%	0,60%

Nota. La tabla contiene los parámetros de calidad del pollito obtenidos en planta

Para analizar los factores de incubación sobre parámetros de calidad del pollito (% de viabilidad, % muerte embrionaria temprana y tardía, % eclosión, % pollitos de primera y segunda),se procedió hacer una comparación con los sugeridos por la empresa y los obtenidos en campo. Ver tabla 8.

Tabla 8

Parámetros de Incubación

Planta incubación	**% Viabilidad**		**% Eclosión**		**Muerte Embrionaria Inicial**		**Muerte Embrionaria Final**		**Pollitos de Primera**		**Pollitos de Segunda**	
	Guía	**Real**	**Guía**	**Real**	**Guía**	**Real**	**Guía**	**Real**	**Guía**	**Real**	**Guía**	**Real**

"Tabla 8" "Continuación"

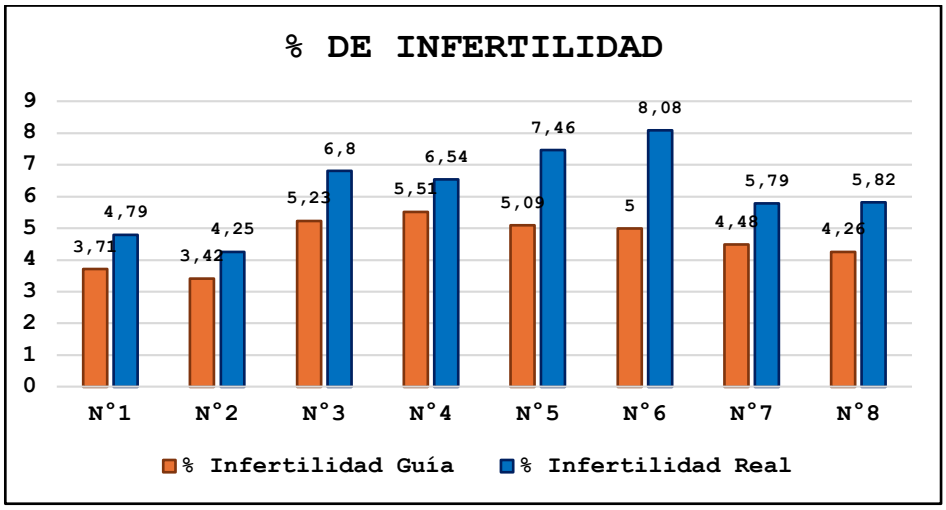
Planta N°1	90,4	90,8	86,09	85,99	4,02	4,38	4,62	4,84	86,09	85,50	0,70	0,49
Planta N°2	90, 7	91,16	86,37	85,80	4,04	4,59	4.72	5,36	86,37	85,10	0,70	0,70
Planta N°3	89,6	88,22	80,97	83,20	4,60	4,98	5,23	5,02	80,97	82,80	0,70	0,40
Planta N°4	89,14	88,87	83,52	84,70	4,34	4,59	5,22	4,17	83,52	84,40	0,70	0,30
Planta N°5	90,90	87,65	81,51	83,30	4,55	4,89	5,27	4,35	81,51	83,10	0,70	0,20
Planta N°6	87,42	86,19	84,82	80,90	4,27	5,73	5,05	5,29	84,82	80,60	0,70	0,30
Planta N°7	89,90	90,03	84,62	84,80	4,10	4,18	4,83	5,23	84,62	84,50	0,70	0,30
Planta N°8	89,10	88,34	85,82	82,90	4,55	5,84	5,05	5,44	85,82	82,30	0,70	0,60

Nota. La tabla contiene los parámetros de Incubación

Antes de empezar a analizar los factores de incubación sobre parámetros de calidad del pollito (% de viabilidad, % muerte embrionaria temprana y tardía, % eclosión, % pollitos de primera y segunda),se procedió hacer una revisión del porcentaje de infertilidad con los que llegaban los huevos a las plantas de incubación, haciendo una comparación con los establecidos. Ver figura 7.

Figura 7

% de infertilidad



Nota. La figura contiene el % de infertilidad

En la figura 7 se puede observar que el porcentaje de infertilidad en todas las plantas es superior al esperado. Si se analiza desde el punto de vista del parámetro sugerido en cada una de las plantas, el mayor porcentaje de infertilidad fue presentado en la planta N°6 (3,08% superior del sugerido), seguido por las plantas N°5 (2,37%), N°3 (1,57%), N°8 (1,56%), N°7 (1,31), N°1(1,08%), N°4 (1,03%) y con el menor porcentaje de infertilidad la planta N°2 (0.8%).

Por lo tanto, se puede deducir que la planta N°2 es la que posee un mayor porcentaje de fertilidad (95.75%), seguida de la planta N°1 (95,24), de la planta N°7 (94,21%), la planta N°8 (94,18%), la planta N°4 (93,46%), la planta N°3 (93,20%), la planta N°5 (92,52%) y de ultimo la planta N°6 (91,92%); es a partir de la fertilidad que presentan los huevos en cada una de las plantas, con las que se van a evaluar los demás parámetros (% de viabilidad, % de muerte

embrionaria inicial y tardía, % de eclosión, % de pollitos de primera y % de pollitos de segunda).

Es de aclarar que el parámetro de fertilidad o infertilidad, está relacionado con las aves reproductoras que produjeron los huevos y con las prácticas de manejo que se hacen de estos, después de haber sido puestos en los nidales.

En esta investigación, el factor de infertilidad no hace parte de ella, por lo cual no se hará mayor énfasis en él, pero si se tendrá en cuenta para determinar los parámetros de calidad de los pollitos recién nacidos.

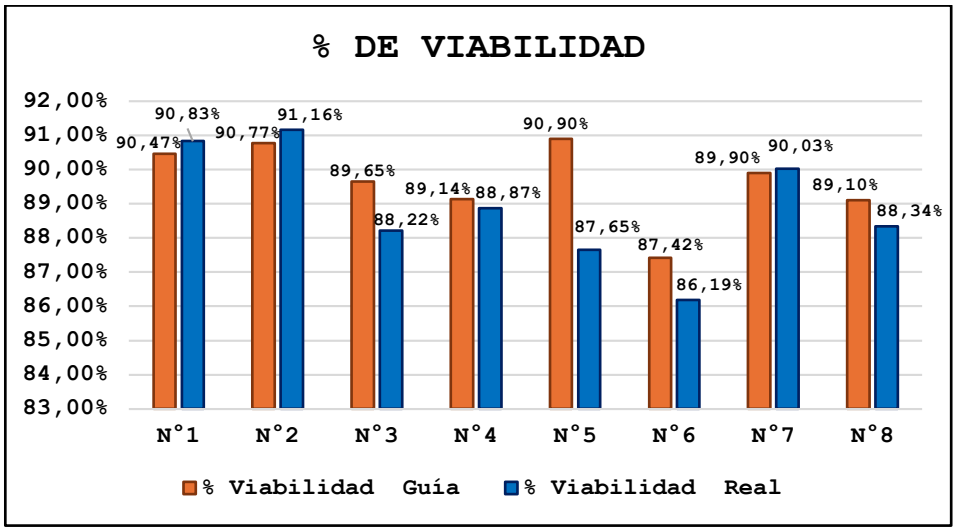
Es importante primero, entender la definición del término de incubabilidad, desde el argot avícola, para poder entender todo lo que este abarca; desde ese punto de vista, se define como la facultad o capacidad del huevo para eclosionar, produciendo un pollito viable.

A continuación, se hará un análisis de los parámetros de calidad de los pollitos bebé producidos en cada una de las plantas de incubación involucradas en la presente investigación.

% Viabilidad. El porcentaje de viabilidad, representa la cantidad de huevos fértiles puesto a incubar, después de haber sacado la mortalidad embrionaria temprana o inicial (primera semana de incubación). En la figura 8, se presenta el porcentaje de viabilidad obtenido en cada una de las 8 plantas intervenidas en la investigación.

Figura 8

% de viabilidad



Nota. La figura contiene el % de viabilidad

En la figura 8 se observar que el porcentaje de viabilidad en relación con el porcentaje de fertilidad fue mejor en la planta N°7, puesto que solo redujo en un 4,18% (95.24% - 91.16%), seguida de la planta N°1 (4,41%), las planta N°2 y 4 (4,59%), la planta N°5 (4,87%), planta N°3 (4,98%), planta N°6 (5,73%) y la planta N°8 (5,84%), con la mayor reducción del porcentaje de viabilidad.

Las posibles causas de ello se deben al manejo del huevo en los primeros días como temperaturas y humedades de conservación, manipulación del huevo, entre otros.

% muerte embrionaria. La incubación artificial avícola persigue que un alto porcentaje de los blastodermos contenidos en huevos fértiles permanezcan viables, logren desarrollarse y

transformarse en embriones vigorosos que finalmente eclosionen con éxito al completar aproximadamente 21 días de incubación.

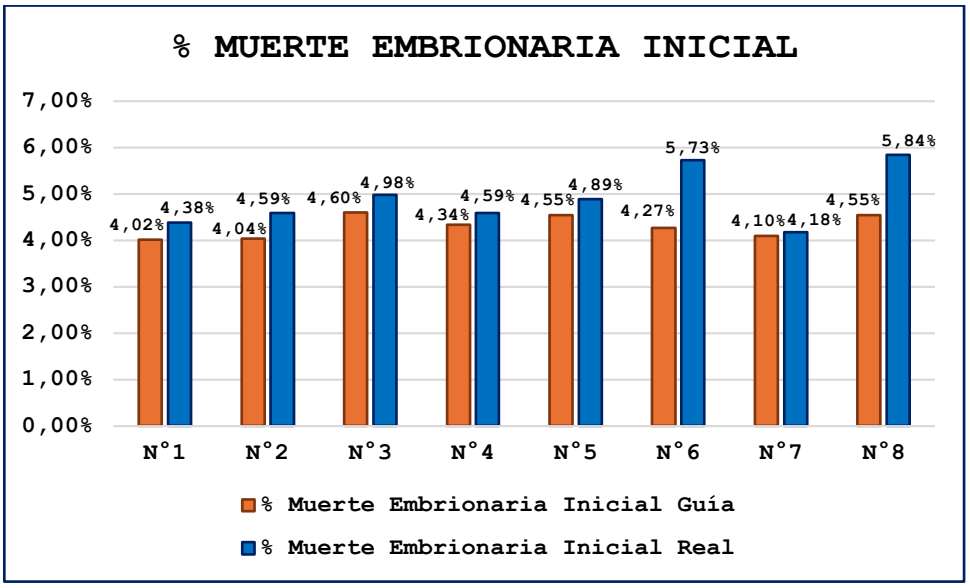
Este parámetro depende de los procesos relacionados a la planta incubadora. Existen dos tipos de mortalidad embrionaria; la temprana o inicial (1 – 7 días), y la tardía o final (15 – 21 días); la cual se determina a través de la embriodiagnosis.

% Mortalidad temprana o inicial. La primera fase es la mortalidad embrionaria temprana que ocurre entre 1 – 7 días de incubación. Se asocia la muerte embrionaria en los primeros 2 días de incubación con manejos negativos relacionados con la manipulación del huevo en granjas tales como patrones de recolección, métodos de fumigación y/o desinfección del huevo incubable, variaciones de temperatura durante almacenamiento y condiciones de transporte.

La mortalidad embrionaria que se presenta a partir del tercer día se asocia a manejos generados en planta tales como nivel de selección del huevo al armar las cargas y embandejarlas, temperatura y humedad relativa en el cuarto frío, duración del período de conservación, temperatura de incubación, volteo, entre otros. En la figura 9, se presenta el porcentaje de eclosión obtenido en cada una de las 8 plantas intervenidas en la investigación.

Figura 9

% de muerte embrionaria temprana o inicial



Nota. La figura contiene el % de muerte embrionaria temprana o inicial

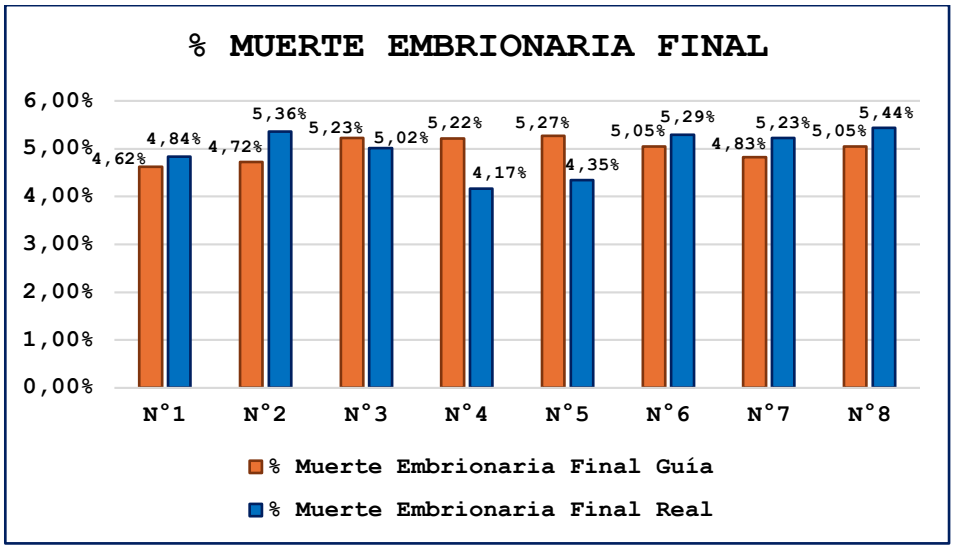
En la figura 9 se observa que el porcentaje de muerte embrionaria en todas las plantas de incubación, es superior al esperado; siendo la planta N°8 la que mayor mortalidad presento (5,84%) y la planta N°7 la que menor mortalidad presento (4,18%). Como se mencionó anteriormente, la mortalidad embrionaria de los dos primeros días se debe a problemas de las granjas reproductoras y la mortalidad del tercer al séptimo día a manejo del huevo fértil en la planta de incubación.

% Mortalidad tardía o final. La mortalidad embrionaria tardía y está comprendida entre 15 - 21 días de incubación. Está asociada al cambio de la respiración corioalantoidea hacia la pulmonar, falta de oxígeno o humedad, problemas en la transferencia, deficiencia en la

desinfección y retiro postergado de los pollitos de la nacedora, entre otros. En la figura 10, se presenta el porcentaje de eclosión obtenido en cada una de las 8 plantas intervenidas en la investigación.

Figura 10

% de muerte embrionaria tardía o final



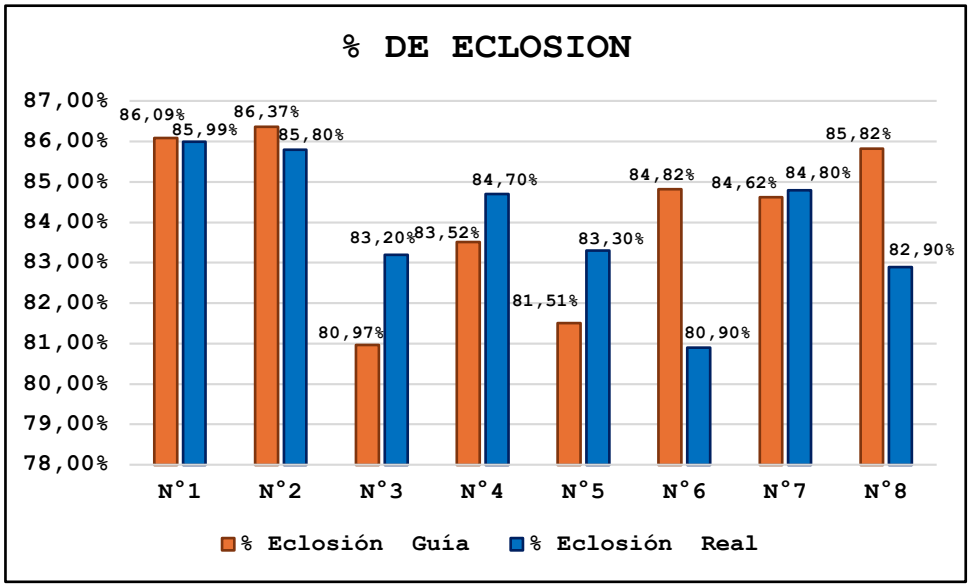
Nota. La figura% de muerte embrionaria tardía o final

En la figura 10 se observar que el porcentaje de muerte embrionaria en las plantas de incubación N°1, N°2, N°6, N°7 y N°8, es superior al esperado; siendo la planta N°8 la que mayor mortalidad presento (5,44%) y la planta N°4 la que menor mortalidad presento (4,17%). Como se mencionó anteriormente, la mortalidad embrionaria de se debe a problemas de manejo del huevo fértil en la planta de incubación.

% eclosión. La eclosión es cuando el pollito comienza a salir de su huevo una vez que han alcanzado el máximo nivel de su desarrollo y están listos para nacer. Hace referencia al número de pollitos nacidos vivos. En la figura 11, se presenta el porcentaje de eclosión obtenido en cada una de las 8 plantas intervenidas en la investigación.

Figura 11

% de eclosión



Nota. En la figura se muestra el % de eclosión

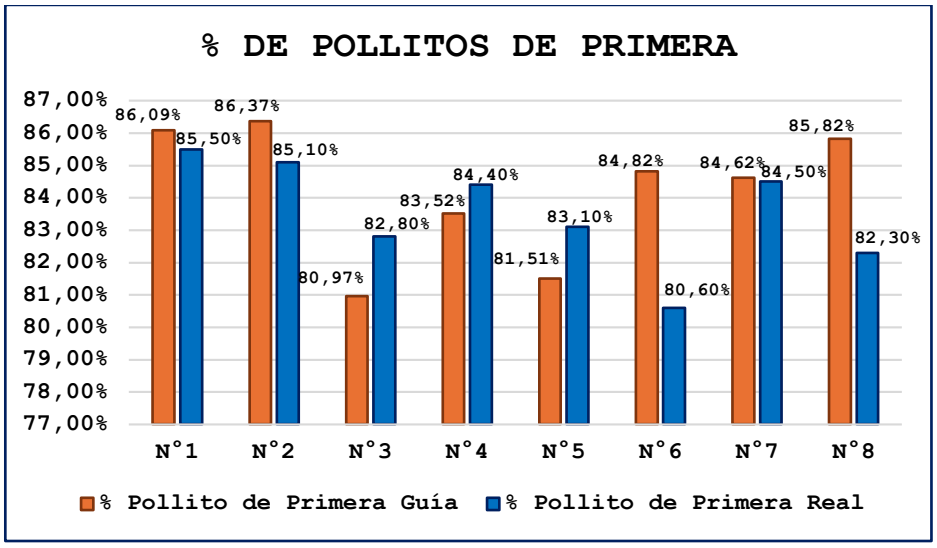
En la figura 11 se observa que el porcentaje de eclosión en las plantas N°1, N°2, N°6 y N°8 es inferior al esperado, siendo la planta N°6 la que menor porcentaje de eclosión presento (80,90%%). Tan solo las plantas N°3, N°4, N°5 y N°7 es tuvieron por encima del sugerido, siendo la planta N°3 la que mejor eclosión presento, puesto que estuvo 2.23% más de lo sugerido

(83,20% contra el 80,97% del sugerido). Las posibles causas de la baja eclosión, se debe al manejo del huevo en todo el proceso de incubación.

% pollitos de primera. El objetivo de toda planta de incubación es obtener el mayor número de pollitos de primera calidad, entendiéndose este como el pollito que presenta buen tamaño, buen desarrollado anatómicamente, con ojos grandes y brillantes, pico grande y bien formado, órganos internos bien desarrollados, ombligos bien cicatrizados y con gran vitalidad. En la gráfica 12, se presenta el porcentaje de pollitos de primera obtenido en cada una de las 8 plantas intervenidas en la investigación.

Figura 12

% de pollitos de primera



Nota. La figura muestra el % de pollitos de primera

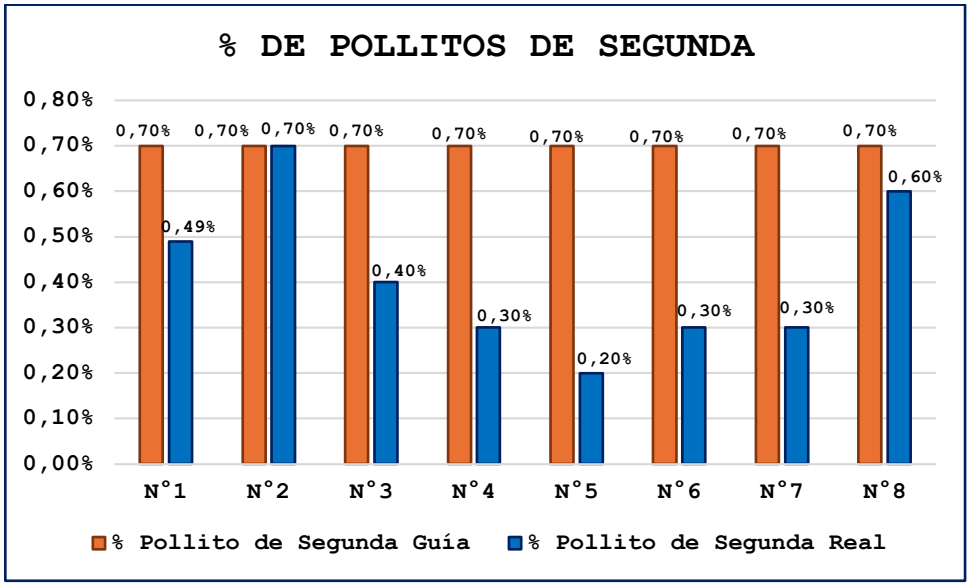
En la figura 12, se observa que el porcentaje de pollitos de primera en las plantas N°3, N°4 y N°5 estuvo por encima del sugerido, siendo la planta N°3 la que supero más el porcentaje

de pollitos de primera en un 1.83% a lo esperado. La planta N°6 fue la que mayor porcentaje disminuyo (4,22%) en relación a lo sugerido, seguido de la planta N°8 (3,52%).

% pollitos de segunda. El objetivo de toda planta de incubación es obtener el menor número de pollitos de segunda o de menor calidad, entendiéndose este como el pollito que presenta menores estándar de calidad en cuanto a tamaño, desarrollado anatómico, algún defecto físico poco notorio, ombligos con deficiencia en cuanto a cicatrización, pero que aún pueden dar rendimientos óptimos en granja con un mejor manejo. En la figura 13, se presenta el porcentaje de pollitos de segunda obtenido en cada una de las 8 plantas intervenidas en la investigación.

Figura 13

% de pollitos de primera



*Nota.*La figura muestra el % de pollitos de primera

En la figura 13, se observa que el porcentaje de pollitos de segunda en todas las plantas estuvo por debajo de lo esperado, siendo menor en la planta N°5 (0,20%) y la que mayor porcentaje presento fue la planta N°2 (0,70%), igualando lo sugerido.

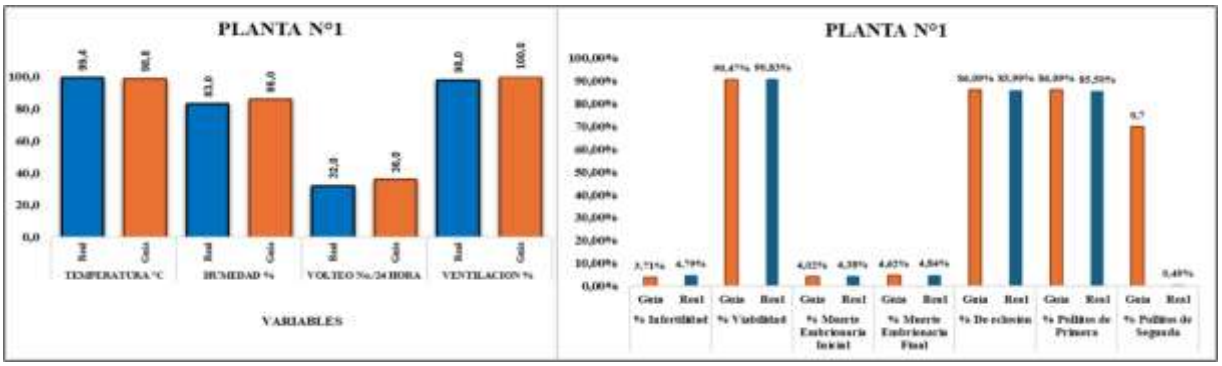
A continuación, se hará un análisis de los factores de incubación (Temperatura, humedad, volteos y ventilación) sobre parámetros de calidad del pollito (% de viabilidad, % de muerte embrionaria inicial y tardía, % de eclosión, % de pollitos de primera y % de pollitos de segunda), de cada una de las plantas de incubación, involucradas en la investigación.

Análisis resultados Planta N°1

La planta de incubación N°1, se encuentra ubicada en el km 9 vía San Gil - Socorro - Recta El Cucharo - Pinchote – Santander, a 1131 msnm, con máquinas Chick master, con carga múltiple. Es una planta que no cuenta con ambiente controlado.

Figura 14

Factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°1



Nota. La figura muestra los factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°1

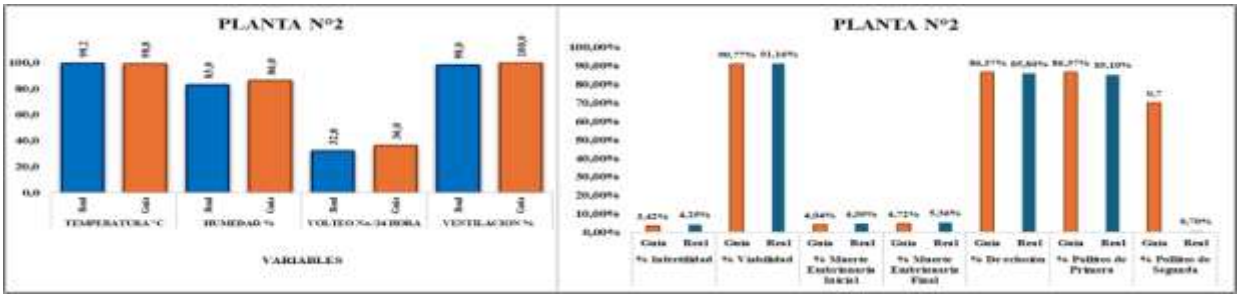
Haciendo un análisis de la planta N°1, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió aumentarse en 0.6 °F, para compensar la temperatura ambiente de la altitud en la que se encuentra la planta de incubación, de igual forma la humedad relativa se bajó en un 3%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 9,68%, dado que por ser una planta de incubación abierta, con máquinas de carga múltiple y una latitud superior a los 1000 msnm, dificulta el control de los pilares de incubación. Por otro lado, de los huevos ingresaron a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 95,21% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 90,32% eclosionaron, siendo el 99,43% pollitos de primera y el 0,57% pollitos de segunda.

Análisis resultados Planta N°2

La planta de incubación N°2, se encuentra ubicada en el Km 6 Vía Girón - Bucaramanga - Girón – Santander, a 650 msnm, con máquinas Jamesway y Chick master, con carga múltiple. Es una planta que no cuenta con ambiente controlado.

Figura 15

Factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°2



Nota. La figura muestra los factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°2

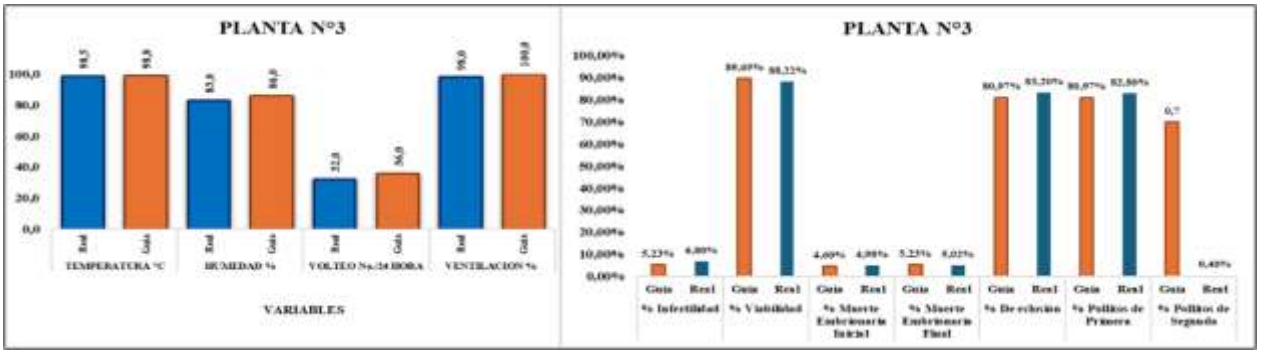
Haciendo un análisis de la planta N°2, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió aumentarse en 0.4 °F, la humedad relativa se bajó en un 3%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 10,39%, dado que, por ser una planta de incubación abierta con máquinas de carga múltiple y una latitud cercana a los 700 msnm, dificulta el control de los pilares de incubación. Por otro lado, de los huevos ingresados a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 95,75% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 89,61% eclosionaron, siendo el 99,18% pollitos de primera y el 0,82% pollitos de segunda.

Análisis resultados Planta N°3

La planta de incubación N°3, se encuentra ubicada en el km 2 Vía Sabanalarga - Barranquilla - Sabanalarga – Atlántico, a 100 msnm, con máquinas Chick master, con carga única. Es una planta que cuenta con ambiente controlado.

Figura 16

Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°3



Nota. La figura muestra los f*actores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°3*

Haciendo un análisis de la planta N°3, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió bajar en 0.3 °F, para compensar la temperatura ambiente da la altitud en la que se encuentra la planta de incubación; la humedad relativa se bajó en un 3%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 10,73 %.

Es una planta de incubación cerrada con máquinas de carga única y una latitud de 100 msnm.

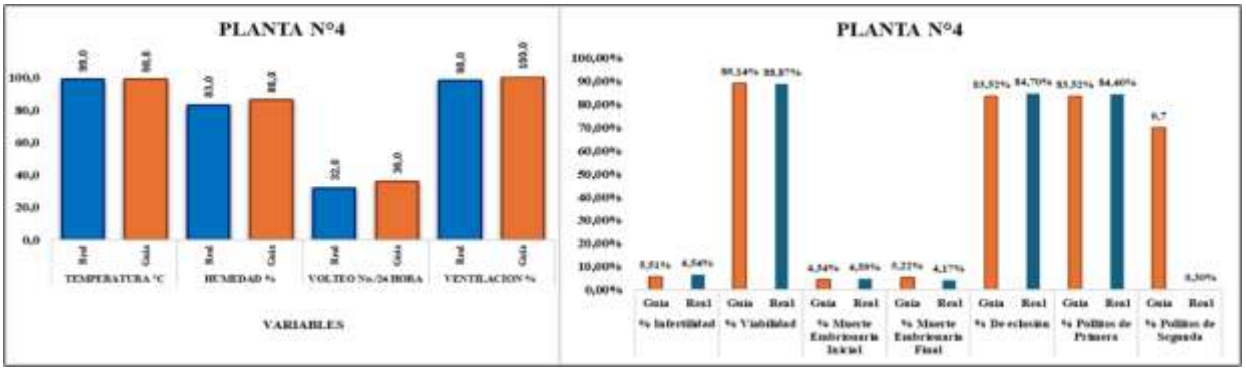
Por otro lado, de los huevos ingresados a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 93,20% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 89,27% eclosionaron, siendo el 99,52% pollitos de primera y el 0,48% pollitos de segunda.

Análisis resultados Planta N°4

La planta de incubación N°4, se encuentra ubicada en el Km 4 Vía Flandes - Espinal, Vereda Paradero - Flandes – Tolima, a 285 msnm, con máquinas Jamesway, con carga única. Es una planta que cuenta con ambiente controlado.

Figura 17

Factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°4



Nota. La figura muestras los factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°4

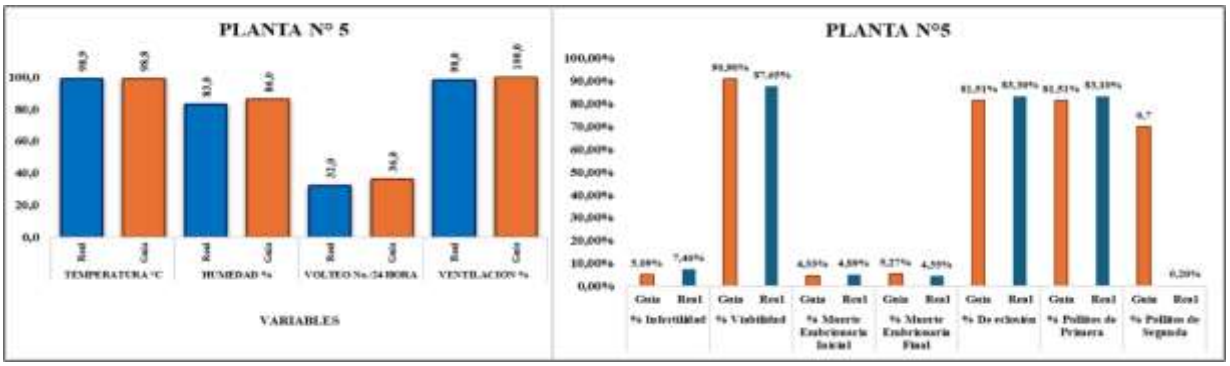
Haciendo un análisis de la planta N°4, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió subir en 0.2 °F, la humedad relativa se bajó en un 3%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 9.37 %. Es una planta de incubación cerrada con máquinas de carga única y una latitud de 285 msnm. Por otro lado, de los huevos ingresado a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 93,46% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 90,63% eclosionaron, siendo el 99,65% pollitos de primera y el 0,35% pollitos de segunda.

Análisis resultados Planta N°5

La planta de incubación N°5, se encuentra ubicada en el km 16 Vía Cumaral - Yopal – Párate bueno – Cundinamarca, a 246 msnm, con máquinas Jamesway, 12 con carga única y 1 con carga múltiple. Es una planta que cuenta con ambiente controlado.

Figura 18

Factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°5



Nota. La figura muestra los Factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°5

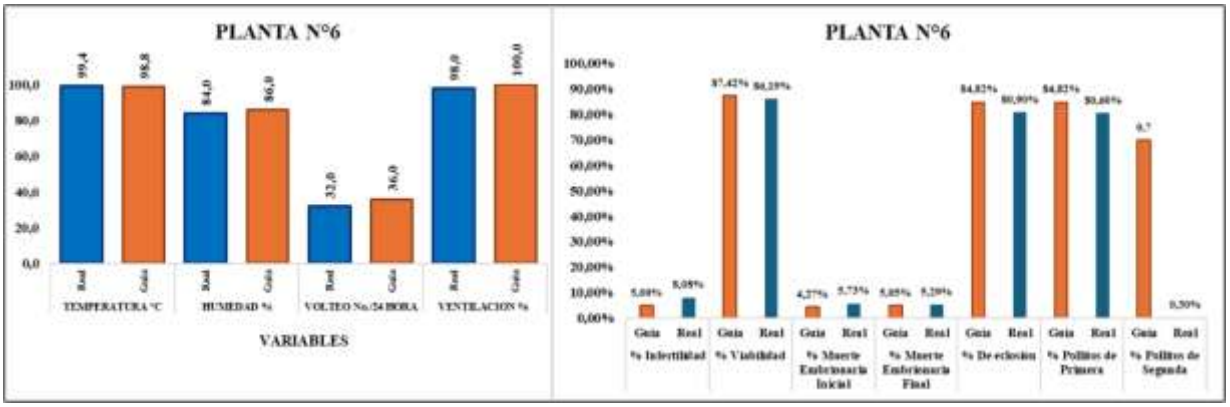
Haciendo un análisis de la planta N°5, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió subir en 0.1 °F, la humedad relativa se bajó en un 3%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 9.97 %. Es una planta de incubación cerrada con máquinas de carga única y una latitud de 246 msnm. Por otro lado, de los huevos ingresados a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 92,52% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 90,03% eclosionaron, siendo el 99,76% pollitos de primera y el 0,24% pollitos de segunda.

Análisis resultados Planta N°6

La planta de incubación N°6, se encuentra ubicada en el Km 1 Vía Barcelona - Calcedonia - Calarcá – Quindío, a 1232 msnm, con máquinas Chick master, con carga múltiple. Es una planta que no cuenta con ambiente controlado.

Figura 19

Factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°6



Nota. La figura contiene los factores de incubación Vs parámetros de calidad del pollito, planta N°6

Haciendo un análisis de la planta N°6, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió subir en 0.6 °F, para compensar la temperatura ambiente da la altitud en la que se encuentra la planta de incubación, de igual forma la humedad relativa se bajó en un 2%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 12.20 %.

Es una planta de incubación abierta con máquinas de carga múltiple y una latitud de 1232 msnm. Por otro lado, de los huevos llegados a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 91,92% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 88,0% eclosionaron, siendo el 99,63% pollitos de primera y el 0,37% pollitos de segunda.

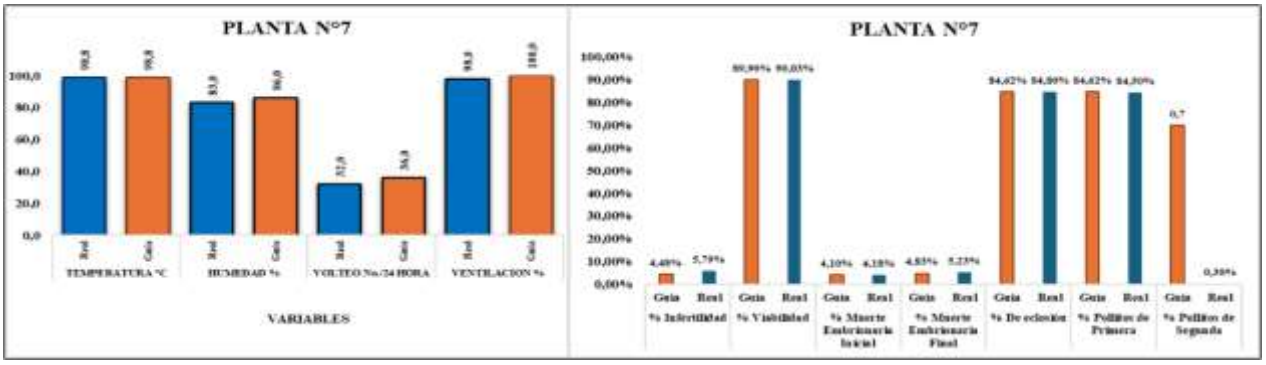
Análisis resultados Planta N°7

La planta de incubación N°7, se encuentra ubicada en el km 7 Vía Palmira - Candelaria, Corregimiento San Isidro, Palmira - Valle del Cauca, a 967 msnm, con máquinas Jamesway, con carga múltiple.

Es una planta que cuenta con ambiente controlado.

Figura 20

Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°7



Nota. La figura muestra los factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°7

Haciendo un análisis de la planta N°7, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura se mantuvo en lo sugerido, de igual forma la humedad relativa se bajó en un 3%, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 9,98 %. Es una planta de incubación cerrada con máquinas de carga múltiple y una latitud de 967 msnm. Por otro lado, de los huevos ingresados a la planta de

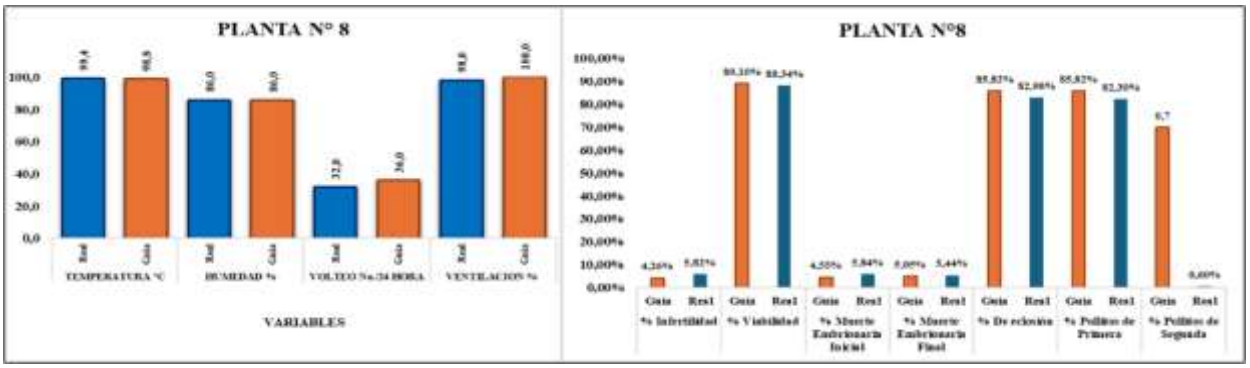
incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 94,21% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 90,02% eclosionaron, siendo el 99,65% pollitos de primera y el 0,35% pollitos de segunda.

Análisis resultados Planta N°8

La planta de incubación N°8, se encuentra ubicada en Ecuador, en el Km 39 Panamericana Norte E 35 Parroquia Ambuqui - Cantón Ibarra - Provincia Imbabura, a 1560 msnm, con máquinas Chick master, con carga múltiple. Es una planta que no cuenta con ambiente controlado.

Figura 21

Factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°8



Nota. La figura muestra los factores de incubación Vr parámetros de calidad del pollito, planta N°8

Haciendo un análisis de la planta N°8, se puede decir que los parámetros de incubación como la temperatura debió subir en 0.6 °F, para compensar la temperatura ambiente da la altitud

en la que se encuentra la planta de incubación, de igual forma la humedad relativa se mantuvo en lo sugerido, se tuvo 4 volteos menos por día y la ventilación disminuyo en 2%; presentando una mortalidad embrionaria total del 11.98 %. Es una planta de incubación abierta con máquinas de carga múltiple y una latitud de 1560 msnm. Por otro lado, de los huevos ingresados a la planta de incubación, procedentes de la granja de reproductoras, solo el 94,18% de ellos presentaron fertilidad, de los cuales solo el 88,02% eclosionaron, siendo el 99,28% pollitos de primera y el 0,72% pollitos de segunda.

En conclusión, se puede decir que la planta de incubación que mejores resultados presento fue la planta N°4, que a pesar de presentar uno de los menores porcentajes de fertilidad (93,46%), fue la que tuvo menor porcentaje de mortalidad embrionaria (9,37%), con buen porcentaje de eclosión y de pollitos de primera, seguido de la planta N°5.

La planta que peores resultados presento fue la planta N°8 con un alto porcentaje de mortalidad embrionaria y el menor porcentaje de pollitos de primera y el mayor porcentaje de pollitos de segunda; seguido de la planta N°6, con similares resultados.

Las plantas que presentaron los mejores resultados (N°4 y N°5), se encuentran en altitudes entre 246 y 285 msnm, con ambiente controlado lo que facilita el manejo de los parámetros o pilares de incubación, con máquinas de carga única, que permite mejor manejo de los huevos fértiles en las maquinas incubadoras.

Las plantas que presentaron los peores resultados (N°8 y N°6), se encuentran en altitudes entre 1232 y 1560 msnm, sin ambiente controlado lo que dificulta el manejo de los parámetros o pilares de incubación, con máquinas de carga múltiple, que desfavorece el manejo de los huevos fértiles en las maquinas incubadoras.

En la tabla 9, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las plantas intervenidas en la investigación.

Tabla 9

Resultados obtenidos en las plantas de incubación.

Planta	% Fertilidad	% Mortalidad embrionaria	% Eclosión	% Pollitos de primera	% Pollitos de segunda	Características
N°1	95,21	9,68	90,32	99,43	0,57	Planta con 1131 msnm, abierta, con carga múltiple
N°2	95,75	10,39	89,61	99,18	0,82	Planta con 650 msnm, abierta, con carga múltiple

“Tabla 9” “Continuación”

N°3	93,20	10,73	89,27	99,52	0,48	Planta con 100 msnm, cerrada, con carga única.
N°4	93,46	9,37	90,63	99,65	0,35	Planta con 285 msnm, cerrada, con carga única.
N°5	92,52	9,97	90,03	99,76	0,24	Planta con 246 msnm, cerrada, con carga única.
N°6	91,92	12,20	88,00	99,63	0,37	Planta con 1232 msnm, abierta, con carga múltiple.
N°7	94,21	9,98	90,02	99,65	0,35	Planta con 967 msnm, cerrada, con carga múltiple.

"Tabla 9" "Continuación"

N°8	94,18	11,98	88,02	99,28	0,72	Planta con 1560 msnm, abierta, con carga múltiple.

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos en las plantas de incubación.

4.4 Diseñar un plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación, recomendadas para la empresa avícola colombiana seleccionada

Para llevar a cabo el desarrollo de este objetivo, se hizo necesario realizar entrevistas con expertos en avicultura, que hacen parte del personal administrativo de la empresa avícola colombiana seleccionada para la investigación (9 entrevistas), personal de la planta de cada una de las plantas de incubación de la empresa (8 entrevistas), veterinarios a cargo de las plantas de incubación y granjas de reproductoras (8 entrevistas), de igual forma a otros profesionales relacionados de las plantas de incubación, como supervisores entre otros (8 entrevistas). Estas entrevistas proporcionaron información valiosa sobre prácticas actuales, desafíos y posibles áreas de mejora.

Así mismo, se hizo necesario realizar 8 grupos focales (uno por cada planta de incubación), con empleados para discutir problemas y soluciones potenciales en un entorno de grupo. Esto generó ideas adicionales y permitió fomentar la colaboración.

Las entrevistas, como los grupos focales, permitieron el diseño de un plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación, recomendadas para la empresa avícola colombiana seleccionada.

Este plan de manejo se deriva de la investigación titulada **“Análisis de la producción de pollitos recién nacidos en plantas de incubación de una compañía avícola colombiana para determinar la calidad del producto final”.**

EL PLAN DE MANEJO Y VIGILANCIA EMPRESARIAL DE LAS CONDICIONES DE INCUBACIÓN, acorde a los resultados obtenidos en la investigación, se podrá observar en el Apéndice A.

Una vez elaborado el plan de manejo, fue socializado en cada una de las plantas, permitiendo realizar en una de las plantas (N°2), mejoras en la infraestructura interna de las salas de incubación y nacedoras para la implementación del ambiente controlado, aumentándose la calidad del pollito y los tiempos de las ventanas de nacimientos siendo más uniformes. Ver Apéndice B.

Al realizar el consolidado de la planta N°2, en el segundo semestre se observa que los nacimientos mejoraron teniendo un 0,07% por encima de lo sugerido por la guía de la empresa, equivalente a 57.000 pollitos más de excelente calidad, aprovechando el huevo limpio y tratado, dando manejos a estos últimos.

En estos momentos todas las plantas de incubación se encuentran en mejoras en la infraestructura interna de las salas de incubación y nacedoras para la implementación del ambiente controlado, en ellas. Así mismo otro de los puntos a mejorar es aumentar en los tres primeros días de incubación el número de volteos por día de 32 a 96, con el objetivo de mejorar el desarrollo embrionario y reducir el porcentaje de muerte embrionaria inicial y final.

Capítulo 5. Discusión de resultados

Los resultados de esta investigación, permitieron analizar la influencia crítica de los pilares de incubación, como temperatura, humedad, volteo y ventilación, en la calidad de los pollitos recién nacidos; siendo la identificación y optimización de estos pilares, esencial para garantizar una producción eficiente y de alta calidad. Aclarando que el manejo de dichos pilares va a estar influenciado por otros factores como la altitud donde se encuentra la planta de incubación, al diseño de planta de incubación (haciendo referencia así cuenta con ambiente controlado o no), marca de máquinas empleadas (Jamesway - Chick master) y el tipo de carga de las maquinas (única o múltiple).

Desde ese punto de vista, se presentará la discusión de los resultados del presente estudio.

5.1 Altitud

La incubabilidad y la calidad de los pollitos recién nacidos, está influenciada por la altitud en la cual se producen los huevos fértiles, el tipo de equipos de incubación que se utilizan, igualmente al manejo que se da a los parámetros de incubación. Los resultados de la investigación mostraron que el mayor porcentaje de muerte embrionaria (12,20% y 11,98%) y menor calidad de los pollitos recién nacidos (99,28%), se presentaron en las plantas de incubación con mayor altura sobre el nivel del mar, siendo las plantas N°6 (1232 msnm) y la planta N°8 (1560 msnm), coincidiendo con lo reportado por Hassanzadeh et al, 2004, 2009 y

Bahadoran et al, 2010, quienes afirman que la altitud influye considerablemente sobre la incubabilidad y la calidad de los pollitos recién nacidos.

La altitud hace que la presión barométrica disminuya, al igual que la presión parcial de oxígeno y la humedad relativa ambiental; siendo el aire fresco del exterior más frío y seco que el que se tiene a nivel del mar.

Al incubar huevos en altitudes elevadas, se presenta crecimiento lento del embrión, mayor tiempo de incubación y una disminución en la incubabilidad (Aviagen, 2013).

La compañía avícola colombiana, seleccionada cuenta con plantas de incubación ubicadas en alturas que van de los 100 a los 1560 msnm.

Los mejores resultados se dieron a alturas entre los 246 y 285 msnm.

5.2 Diseño de las plantas de incubación

Las plantas de incubación pueden tener un diseño abierto, en las que la presión del aire en todas las salas es la misma que la del aire exterior; o de diseño cerrado o ambiente controlado, que son las que están equipadas con sistemas de tratamiento del aire, con el objetivo de mantener la temperatura y la humedad relativa dentro de los rangos óptimos, de acuerdo con lo recomendado por el fabricante de los equipos de incubación, para lograr tener condiciones de incubación uniformes (Kolańczyk, M. 2015).

Los resultados demostraron que aquellas plantas de incubación que contaban con un diseño de ambiente controlado, obtuvieron mejores resultados en todo el proceso de incubación, dado a que lograron tener condiciones de incubación más uniformes; coincidiendo con lo reportado por Kolańczyk, M. 2015, quien afirma que plantas de ambiente controlado, obtienen mejores resultados debido a que logran mantener mejor los parámetros de incubación sugeridos por el fabricante de los equipos.

La planta N°4 fue quien presento los mejores resultados de incubación: menor porcentaje de muerte embrionaria (9,37%), mayor porcentaje de eclosión (90,63%) y mejor calidad del pollito recién nacido (99,65% de pollitos de primera).

5.3 Marca de máquinas empleadas

La compañía avícola colombiana, seleccionada para la presente investigación, cuenta con dos marcas de máquinas: la chickmaster y la Jamesway, las cuales tienen características técnicas excelentes, ambas. En las máquinas de carga múltiples, las incubadoras Jamesway, la ventilación es de forma laminal, formando un túnel cual genera una presión dentro de ella misma garantizando una temperatura uniforme en las diferentes edades embrionarias y generando una buena pérdidas de humedad en sus embriones, emplea un solo sensor el cual maneja la apertura de dampers, generando un solo ingreso de aire más controlado, su limpieza es más eficiente puesto que puede realizarse cargue tras cargue, no cuenta con sistema de refrigeración pero maneja humedad por aspersión que ayuda a mantener la humedad relativa controlada en bulbo húmedo como el manejo de las temperaturas altas.

Las maquinas chickmaster manejan, ventilación por zonas controladas por sensores los cuales garantizan las mismas temperaturas tanto al inicio como al final de la incubadora, posee más renovación de aire lo cual ayuda a controlar las pérdidas de humedad, pero no es tan eficiente como las Jamesway, pero si garantiza mejor refrigeración puesto que posee serpentines aleteados de cobre por los que circula agua fría más o menos 13 °C (Jamesway,2024).

En cuanto a los resultados obtenidos en el proceso de incubación no se presentaron diferencias entre las marcas de máquinas utilizadas, coincidiendo con lo reportado por Jamesway (2024), quien afirma que ambas máquinas tienen características técnicas excelentes, que la diferencia radica en que para el mantenimiento las nacedoras Jamesway requiere mayor intervención de mano de obra calificada y repuestos; mientras las nacedoras Chickmaster cuentas con programas de mantenimiento más actualizados y fáciles de operar.

5.4 Tipo de carga de las máquinas (única o múltiple).

En las máquinas de carga múltiple, existe una mezcla de fases de desarrollo embrionario, lo cual implica que no hay flexibilidad para ajustar el ambiente a fin de obtener las condiciones óptimas. En cambio, en una incubadora de carga única eso ya no supone un problema. Sin embargo, el sistema moderno de carga única exige que el usuario sepa, mediante un análisis adecuado de los datos y unos buenos conocimientos sobre incubación, qué condiciones necesita el embrión en las diferentes fases de desarrollo (AviNews, 2016).

Los mejores resultados se obtuvieron con máquinas de carga única, siendo la planta N°4 quien presento los mejores resultados de incubación: menor porcentaje de muerte embrionaria (9,37%), mayor porcentaje de eclosión (90,63%) y mejor calidad del pollito recién nacido (99,65% de pollitos de primera), dado a que fue más fácil el control de todos los pilares de incubación, ya que tenían huevos fértiles de una sola edad, coincidiendo con lo reportado por Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez (2017), quienes afirman que los parámetros de incubación son más fáciles de manejar en máquinas de carga única.

En cuanto a los pilares de incubación (temperatura, humedad, volteo y ventilación), los resultados de la investigación evidenciaron que cuando se tienen condiciones apropiadas en el manejo del huevo fértil tanto en las granjas de reproductores como el proceso de incubación, se obtienen resultados óptimos, en cuanto al número de nacimientos (% de eclosión), con una reducción considerable, de muerte embrionaria. Coincidiendo con lo expresado por Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez (2017), cuando afirman que "Es fundamental verificar las condiciones de incubación (temperatura, humedad, volteos, posición)".

De igual manera, Jara (2019) considera que es importante el manejo adecuado de los pilares de incubación en el proceso, con el objetivo de minimizar los problemas dentro de las plantas de incubación, logrando un mayor número de pollitos nacidos y de excelente calidad.

5.5 Temperatura

La temperatura es el pilar fundamental en el desarrollo embrionario, tanto un aumento como una reducción, aumentan el número de pollitos nacidos con malformaciones, menor porcentaje de eclosión y menor calidad de los pollitos recién nacidos (Hoyos et al.2020).

Según, Galíndez y Blanco (2017), temperaturas elevadas causan muerte embrionaria deshidratación, nacimientos prematuros y alta mortalidad de los pollitos durante la primera etapa de vida; de igual manera temperaturas bajas, aumentan el tiempo de incubación, producen pollitos inmaduros y débiles.

Souza (2021), afirman que el exceso de calor en los días 11 y 18 afectan al porcentaje de incubabilidad y al desarrollo y vialidad del pollito.

En el presente estudio hubo plantas que necesitaron de aumentar la temperatura entre 0.1 y 0.6°F, para lograr subsanar algunos inconvenientes relacionados con la altitud y la temperatura ambiente.

5.6 Humedad relativa

Según, Reyes (2021). La humedad relativa, tiene una gran relevancia en el desarrollo del embrión y el intercambio de gases; si esta es muy alta, se presenta asfixia o intoxicación, ya que

se le dificulta eliminar el dióxido de carbono, resultado en un retardo en el nacimiento y pollitos grandes con el abdomen abultado, blando al tacto y pegados a la cáscara.
De acuerdo con Souza (2021). Baja humedad produce deshidratación de los huevos, ocasionando pollitos pequeños, reseco y áspero el plumaje.

La mayoría de las plantas de incubación evaluadas, disminuyeron en 3° el porcentaje de humedad relativa, tan solo una de plantas N°8, utilizó la humedad recomendad, esto debido a las características presentadas por cada planta de incubación.

5.7 Volteos

De acuerdo con Padilla (2007), para el desarrollo del embrión, es necesario los volteos del huevo en ángulo de 45° durante la primera semana de incubación, varias veces al día. Después de la primera semana de incubación no es importante los volteos debidos, porque el embrión a partir del sexto día empieza a efectuar movimientos voluntarios o contracciones que impiden que se pegue a las membranas internas de la cáscara.

Jara (2019). Manifiesta que volteos insuficientes, produce que los pollitos nazcan en posición anormal, deformes o con el plumón corto y áspero. Si los volteos se dan en una sola dirección se presenta ruptura de vasos sanguíneos y de yemas, ocasionando muerte embrionaria.

Todas las plantas de incubación evaluadas, utilizaron 32 volteos por día, presentando porcentajes de mortalidades embrionarias que oscilan entre 9,37 y 12,20%. Por lo cual se recomendó en el plan de manejo propuesto aumentar a 96 volteos por día durante los primeros tres días de incubación.

5.8 Ventilación

De acuerdo a Valdez (2008). El aire debe contener entre 21 y 22 % de oxígeno, y no más de 0,5 % de dióxido de carbono, lo que asegura un adecuado aporte de oxígeno al embrión. El ambiente de las maquinas deben tener buena ventilación, para evitar las altas concentraciones de dióxido de carbono, lo que provocaría anormalidades, lentitud de desarrollo y debilidad del embrión.

Todas de las plantas de incubación evaluadas, disminuyeron en 2% el porcentaje de ventilación, esto debido a las características presentadas por cada planta de incubación.

Capítulo 6. Conclusiones

La presente investigación fue realizada para evaluar la calidad de los pollitos en una empresa avícola colombiana, conformada por ocho plantas de incubación, siete a nivel nacional y una a nivel internacional. Se puede concluir que:

Que los pilares de incubación, como temperatura, humedad, volteo y ventilación, influyen en la calidad de los pollitos recién nacidos; siendo la identificación y optimización de estos pilares, esencial para garantizar una producción eficiente y de alta calidad. Aclarando que el manejo de dichos pilares, van a estar influenciado por otros factores como la altitud donde se encuentra la planta de incubación, al diseño de planta de incubación (haciendo referencia así cuenta con ambiente controlado o no), la marca de máquinas empleadas (Jamesway - Chick master) y el tipo de carga de las maquinas (única o múltiple). Obteniéndose los mejores resultados de incubación, en plantas ubicadas entre los 246 y 285 msnm, con diseño de plantas con ambiente controlado y con máquinas de carga única.

Los mejores resultados en cuanto a los parámetros de incubación, los obtuvo la planta N°4, ubicada a 285 msnm, con ambiente controlado, máquinas de carga única de marca Jamesway; obteniendo parámetros como: fertilidad del 93,46%, muerte embrionaria de 9,37%, una eclosión de 90,63%, con un 99,65% de pollitos de primera y tan solo con el 0,35 de pollitos de segunda.

El plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación, elaborado acorde a los resultados obtenidos en la investigación, fue socializado en cada una de las plantas, permitiendo realizar en una de las plantas (N°2), mejoras en la infraestructura interna de las salas de incubación y nacedoras para la implementación del ambiente controlado, aumentándose la calidad del pollito y los tiempos de las ventanas de nacimientos siendo más uniformes. Realizándose un análisis de los efectos de las mejoras, en el segundo semestre se observó que los nacimientos mejoraron teniendo un 0,07% por encima de lo sugerido por la guía de la empresa, equivalente a 57.000 pollitos más de excelente calidad, aprovechando el huevo limpio y tratado, dando manejos a estos últimos. Lo que permitió replicar la propuesta de mejora en la infraestructura interna de las salas de incubación y nacedoras para la implementación del ambiente controlado en las demás plantas de incubación.

Así mismo otro de los puntos a mejorar es aumentar en los tres primeros días de incubación el número de volteos por día de 32 a 96, con el objetivo de mejorar el desarrollo embrionario y reducir el porcentaje de muerte embrionaria inicial y final.

Capítulo 7. Recomendaciones

Los hallazgos de la investigación sugieren:

Realizar otra investigación, donde se incluya a las granjas de reproductores, para determinar la influencia de esta en la calidad del pollito recién nacido.

Evaluar el Plan de manejo y Vigilancia empresarial de las condiciones de incubación en la empresa avícola colombiana.

Medir los resultados obtenidos con cada uno de los cambios propuesto.

Referencias

Abreu, L. (2017). Cloacal and surface temperatures of broilers subjected to heat stress. Ing. Agr. 37.

Acosta Páez, D. A., y Jaramillo Benavides, Á. H. (2015). Manejo de pollo de engorde. https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/4618

Alvarado, C., y Xiomara, K. (2019). Desarrollo de un prototipo de control de temperatura de una incubadora de pollos aplicando un sistema de ventilación y rotación de bajo presupuesto. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Arzálluz F. (2007). Efecto de la Exclusión Competitiva Sobre la Mortalidad e Índices de Producción de Pollos de Engorde. Revista cientifica (Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Division de Investigacion), 17(5), 441–448. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000500003

Aviagen. 2013. Incubación de Huevos en Altura. (sitio web en línea). https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/14555_aviagenbriefhatchingaltitudes2013-es.pdf

AviNews. 2016. Incubación de carga múltiple frente a la de carga única en una planta de pollos de engorde comercial. https://avinews.com/incubacion-de-carga-multiple-frente-a-la-de-carga-unica-en-una-planta-de-pollos-de-engorde-comercial/

Bahadoran S, Hassanzadeh M, Zamanimoghaddam Ak. Effect of chronic hypoxia during the early stage of incubation on prenatal and postnatal parameters related to ascites syndrome in broiler chickens. Iranian J of Vet Res 2010; 11(1):64-71.

Bergoug, H., Burel, C., Guinebretière, M., Tong, Q., Roulston, N., Romanini, C. E. B., Exadaktylos, V., Mcgonnell, I. M., Demmers, T. G. M., Verhelst, R., Bahr, C., Berckmans, D., & Eterradossi, N. (2013). Effect of pre-incubation and incubation conditions on hatchability, hatch time and hatch window, and effect of post-hatch handling on chick quality at placement. World's Poultry Science Journal, 69(2), 313–334. https://doi.org/10.1017/s0043933913000329

Bonilla, A., y Gabriela, A. (2012). Métodos de Incubación de Huevos de Gallina. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Brake, J., Walsh, T. J., Benton, C. E., Jr, Petitte, J. N., Meijerhof, R., y Peñalva, G. (1997). Egg handling and storage. Poultry Science, 76(1), 144–151. https://doi.org/10.1093/ps/76.1.144

Bravo Alvarado, J. J., y Tenen González, E. K. (2022). Diagnóstico de las condiciones que afectan la calidad en pollitos broiler hasta los cinco días de vida. Calceta: ESPAM MFL.

Bruggeman, V., Onagbesan, O., D'Hondt, E., Buys, N., Safi, M., Vanmontfort, D., Berghman, L., Vandesande, F., & Decuypere, E. (1999). Effects of timing and duration of feed restriction during rearing on reproductive characteristics in broiler breeder females. Poultry Science, 78(10), 1424–1434. https://doi.org/10.1093/ps/78.10.1424

Butcher, G. D., Nilipour, A. H., & Butcher, G. D. (n.d.). Management of hatching eggs and broiler performance 1. Ufl.edu. Retrieved November 22, 2022, from https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CVM%5CVM094%5CVM094-3339722.pdf

Contreras, C., y Giovani, J. (2016). Informe final de pasantía profesional en la planta de Incubación Colombiana de Aves S.A. Villa del Rosario – Colombia. Reporte de caso clínico mortalidad embrionaria en fase tardía de la incubación en pollitas ISA Brown). Informe final de pasantía profesional en la planta de Incubación Colombiana de Aves S.A. Villa del Rosario – Colombia. Reporte de caso clínico mortalidad embrionaria en fase tardía de la incubación en pollitas ISA Brown [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/, 20, 500

Decuypere, E. y Michels, H. Incubation temperature as a management tool: A review. World's Poult. Sci. J., 48:28-38, 1992.

Decuypere, E., y Bruggeman, V. (2007). The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. Poultry Science, 86(5), 1037–1042. https://doi.org/10.1093/ps/86.5.1037

Estrada-Pareja, M. M., Márquez-Girón, S. M., y Restrepo Betancur, L. F. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. Revista colombiana de ciencias pecuarias, 20(3), 288–303. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902007000300007

French, N. A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. Poult. Sci., 76(1):124-33,1997.

Galíndez, R; Blanco, F. 2017. Eclosión, muerte embrionaria y calidad de pollitos en cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. Revista Científica, 27(1): 56-61p. https://www.redalyc.org/journal/959/95950495008/html/.

Gandarillas Espezúa, D. (2019). Estudio del Efecto, Tamaño, Peso del Huevo sobre la Incubabilidad de broilers. Ciencia & Desarrollo, 12, 53–56. https://doi.org/10.33326/26176033.2008.12.251

Givisiez, P. E. N.; Furlan, R. L.; Malheiros, E. B. y Macari, M. Incubation and rearing temperature effects on Hsp70 levels and heat stress response in broilers. Can. J. Anim. Sci., 83(2):213-20, 2003.

Gonzales, E.; Kondo, N.; Saldanha, E. S.; Loddy, M. M.; Careghi, C. y Decuypere, E. Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. Poult. Sci., 82(8):1250-6, 2003.

Hassanzadeh M, Bozorgmehri Fmh, Buyse J, Bruggeman V, Decuypere E. Effect of chronic hypoxia during the embryonic development on the physiological functioning and on hatching and posthatching parameters related to ascites syndrome in broiler chickens. Avian Pathol 2004;33:558-64.

Hassanzadeh M. New Approach for the incidence of ascites syndrome in broiler chickens and management control the metabolic disorders. Int J of Poult Sci 2009;8(1):90-98.

Hernández, R. F. (2003). Metodología de la investigación (3ª ed.). México: Editorial Mc Graw-Hill.

Hinojosa Salomón, A. (2010). Incubadora de aves carismáticas. http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/2736

Hoyos, J; M. Quintero, M; Velásquez, B. 2020 “Bienestar animal en el proyecto avícola de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña”, Mundo Fesc, vol. 10, no. 19, pp. 88-101, 2020. https://www.researchgate.net/publication/350558330_Bienestar_animal_en_el_proyecto_avicola_de_la_Universidad_Francisco_de_Paula_Santander_Ocana.

Jamesway incubator company. 2024. Excelencia en Incubación. Realizada Fácilmente. (sitio web en línea). https://jamesway.com/es/chick-master-products/

Jara Carrión, C. 2019. Desarrollo de un equipo inteligente para controlar los parámetros de gestación en huevos de aves de corral. Tesis UCSG. 125 p. http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12640.

Kolańczyk, M. 2015. Cómo mantener la presión de aire adecuada en la planta de incubación. (sitio web en línea). https://www.pasreform.com/es/knowledge/20/como-mantener-la-presion-de-aire-adecuada-en-la-planta-de-incubacion

Loor, Z., y Ignacio, R. (2022). Efecto en la variación de temperatura en la incubación de huevos fértiles COBB-500. Calceta: ESPAM MFL

Mejía, M., y Jessica, C. (2014). Comparación de parámetros de incubación de huevos fértiles procedentes de Perú y Brasil. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Molenaar, R.; Meijerhof, R.; van den Anker, I.; Heetkamp, M. J.; van den Borne, J. J.; Kemp, B. & van den Brand, H. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. Poult. Sci., 89(9):2010-21, 2010.

Nilipour, A. 2009. Efecto de las reproductoras y su manejo, de la incubación y de la embriogénesis sobre la progenie. (sitio web en línea).

https://www.wattagnet.com/articles/4492-efecto-de-las-reproductoras-y-sumanejo-de-la-incubacion-y-de-la-embriogenesis-sobre-la-progenie.

Padilla, O; Guerra, L; Uña, F. 2007. Incubación de huevos aptos y no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas. (sitio web en línea). https://core.ac.uk/download/pdf/268092755.pdf

Reijrink, I. A.; Meijerhof, R.; Kemp, B.; Graat, E. A. & van den Brand, H. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. Poult. Sci., 88(12):2649-60, 2009.

Reyes, G. 2021. Las reglas de oro para la incubación (en línea sitio web). https://www.industriaavicola.net/wp-content/uploads/2020/01/Reyes.pdf

Rivera, C., y Adolfo, O. (2022). Efecto del manejo en edad de reproductoras y temperatura de incubación sobre ventana de nacimiento y calidad del pollito BB. Calceta: ESPAM MFL.

Rodríguez-Moya, J., y Cruz-Bermúdez, A. I. (2017). Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en aves de corral. Nutrición animal tropical, 11(1), 16. https://doi.org/10.15517/nat.v11i1.28295

Smith, W. 2013. Procedimiento para la incubación de huevos (sitio web en línea). https://www.avicultura.mx/destacado/Procedimiento-para-la-incubacion-dehuevos

Souza, C; Poutry, C. 2021. Efectos de diferentes sistemas de incubación sobre el crecimiento y la calidad de los pollos. (sitio web en línea). https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2021/10/efectos-de-diferentessistemas-de-incubacion-sobre-el-crecimiento-y-la-calidad-de-los-pollos.

Tona, K., Onagbesan, O. M., Jego, Y., Kamers, B., Decuypere, E., & Bruggeman, V. (2004). Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality, and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate. Poultry Science, 83(3), 507–513. https://doi.org/10.1093/ps/83.3.507

Tong, Q., McGonnell, I. M., Demmers, T. G. M., Roulston, N., Bergoug, H., Romanini, C. E., Verhelst, R., Guinebretière, M., Eterradossi, N., Berckmans, D., & Exadaktylos, V. (2018). Effect of a photoperiodic green light programme during incubation on embryo development and hatch process. Animal: An International Journal of Animal Bioscience, 12(4), 765–773. https://doi.org/10.1017/s1751731117002117

Valdez, D. 2008. Producción de pollitos criollos BB con dos tipos de huevos (verdeazulados y café claro) mediante el empleo de incubadora artesanal. (sitio web en línea). http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/17937

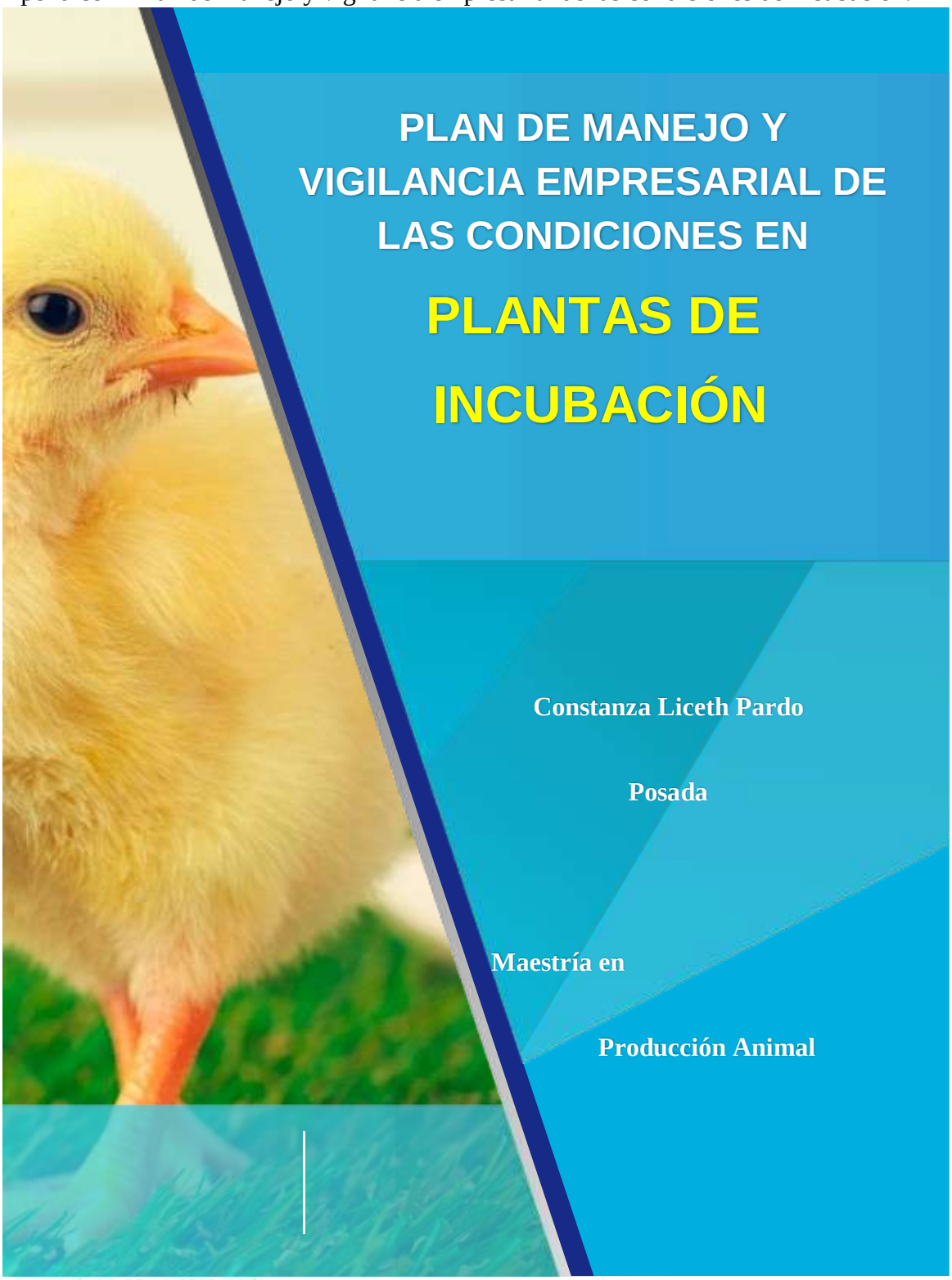
Villa, A. (2011.). La primera semana de vida del pollo. Seleccionesavicolas.com. Retrieved August 17, 2022, from https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2010/3/5186-la-primera-semana-de-vida-del-pollo.pdf

Zambrano Mera, D. A., y Zambrano Zambrano, B. A. (2021). Efectos de la desinfección por inmersión, aspersión y nebulización en huevos fértiles Cobb 500 para la incubación. Calceta: ESPAM MFL

Zhang, L., Zhu, X. D., Wang, X. F., Li, J. L., Gao, F., y Zhou, G. H. (2016). Green light-emitting diodes light stimuli during incubation enhances posthatch growth without disrupting normal eye development of broiler embryos and hatchlings. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 29(11), 1562–1568. https://doi.org/10.5713/ajas.15.0976

Apéndices

Apéndice A Plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación.



"ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE POLLITOS RECIÉN NACIDOS EN PLANTAS DE INCUBACIÓN DE UNA COMPAÑÍA AVÍCOLA COLOMBIANA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL"

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....3

1 FASE 1: DIAGNOSTICO.....4

1.1 Objetivos del plan de manejo.....6

1.2 Descripción general del proceso de incubación.....7

1.3 Estrategias de Manejo.....7

1.4 Análisis Detallado.....7

1.5 Capacitación del Personal.....7

2. FASE 2: PRUEBA PILOTO.....8

2.1 Evaluación continua.....8

2.2 Medición de resultados.....8

2.3 Conclusiones y recomendaciones.....8

3. PRESUPUESTO Y RECURSOS.....9

4.CRONOGRAMA.....10

4.1 Planificación Temporal.....10

4.2 Monitoreo y Evaluación.....10

INTRODUCCION

La Federación Nacional de Avicultores FENAVI – FONAV y los productores Avícolas, han venido trabajando de manera sistemática con el fin de obtener un mejoramiento continuo de la industria avícola en el país, siendo el sector de incubación de mayor importancia, ya que dé él depende la calidad de las aves que llegan a granja y en ultimas los ingresos del productor.

El presente plan de manejo y vigilancia empresarial de las condiciones de incubación tiene como objeto identificar los principales impactos de manejo generados en el proceso de incubación avícola, además de enmarcar acciones, producto de la investigación de la maestría en producción animal de la UFPSO "ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE POLLITOS RECIÉN NACIDOS EN PLANTAS DE INCUBACIÓN DE UNA COMPAÑÍA AVÍCOLA COLOMBIANA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL", realizada en una de las compañías avícolas más importantes del país, la cual cuenta con ocho plantas de incubación, siete a nivel nacional y una a nivel internacional.

Este plan de manejo es producto de una variedad de instrumentos de recolección de información entre los cuales están: observaciones directas, análisis de registros y datos históricos, sensores y tecnología de monitoreo, entrevistas y grupos focales, en cada una de las plantas de incubación, para recopilar datos precisos y relevantes que permitieran el diseño del mismo.

Todo esto enfocado a la prevención y control de aquellos impactos negativos de mayor incidencia en la calidad del pollito recién nacido, mejorando la competitividad empresarial. Se presenta el diagnóstico de cada una de las plantas de incubación, el análisis de resultados y un acercamiento a las estrategias que puede implementar la empresa para minimizar los posibles impactos que se generen durante el proceso de incubación en la producción. de pollitos recién nacidos de excelente calidad.

Fase 1: Diagnóstico

La incubación artificial es un proceso, que demanda mucho cuidado, donde se hace necesario hacer un adecuado control de las condiciones, asegurando así los mejores resultados.

Los adelantos en genética, tecnología y equipos, han mejorado significativamente los procesos de incubación.

La eficiencia de las plantas de incubación es determinada por el porcentaje de incubabilidad. Entre más pollitos nazcan, más eficiente y eficaz, será.

Un proceso de incubación malo, trae como resultado una pérdida de incubabilidad a debido a la mortalidad embrionaria por condiciones ambientales no adecuadas. Además, que los huevos que logran eclosionar, producen pollitos de baja calidad.

De aquí la importancia de hacer un análisis efectivo de los diferentes pilares de incubación, como de las características de las plantas de incubación.

En esta fase de la investigación la información, recolectada permitió analizar la influencia crítica de los pilares de incubación, como temperatura, humedad, volteo y ventilación, en la calidad de los pollitos recién nacidos; siendo la identificación y optimización de estos pilares, esencial para garantizar una producción eficiente y de alta calidad.

El trabajo de campo realizado en la presente investigación, facilito conocer aspectos importantes como:

- **Altitud en las que se encuentran las diferentes plantas de incubación intervenidas en la investigación**.

La incubabilidad y la calidad de los pollitos recién nacidos, esta influenciada por la altitud en la cual se producen los huevos fértiles, el tipo de equipos de incubación que se utilizan, igualmente al manejo que se da a los parámetros de incubación. (Hassanzadeh et al, 2004, 2009; Bahadoran et al, 2010).

La altitud hace que la presión barométrica disminuya, al igual que la presión parcial de oxígeno y la humedad relativa ambiental; siendo el aire fresco del exterior más frío y seco que el que se tiene a nivel del mar.

Al incubar huevos en altitudes elevadas, se presenta crecimiento lento del embrión, mayor tiempo de incubación y una disminución en la incubabilidad. (Aviagen, 2013).

Se tiene claro que, a mayor elevación sobre nivel del mar, se va a requerir un aumento en los pilares de incubación. En la vida del pollo la incubación es el 33% del desarrollo total.

La investigación mostro que la compañía avícola colombiana cuenta con plantas de incubación ubicadas en alturas que van de los 100 a los 1560 msnm, como se muestra Se encontraron alturas entre los 100 y los 1560 msnm, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Altitud de las plantas de incubación.

PLANTA	ALTITUD msnm
Planta N°1	1131 msnm
Planta N°2	650 msnm
Planta N°3	100 msnm
Planta N°4	285 msnm
Planta N°5	246 msnm

- **El diseño de planta de incubación.**

Las plantas de incubación pueden tener un diseño abierto, en las que la presión del aire en todas las salas es la misma que la del aire exterior; o de diseño cerrado o ambiente controlado, que son las que están equipadas con sistemas de tratamiento del aire, con el objetivo de mantener la temperatura y la humedad relativa dentro de los rangos óptimos, de acuerdo con lo recomendado por el fabricante de los equipos de incubación, para lograr tener condiciones de incubación uniformes. (Kolańczyk, M. 2015)

Tabla 2. Diseño de las plantas de incubación.

PLANTA	DISEÑO DE PLANTA DE INCUBACION
Planta N°1	Abierta
Planta N°2	Abierta
Planta N°3	Ambiente controlado
Planta N°4	Ambiente controlado
Planta N°5	Ambiente controlado
Planta N°6	Abierta
Planta N°7	Ambiente controlado
Planta N°8	Abierta

- **La marca de máquinas utilizadas.**

La compañía avícola colombiana, seleccionada para la presente investigación, cuenta con dos marcas de máquinas: la chickmaster y la Jamesway, las cuales tienen características técnicas excelentes, ambas. En las máquinas de carga múltiples, las incubadoras Jamesway, la ventilación es de forma laminal, formando un túnel cual genera una presión dentro de ella misma garantizando una temperatura uniforme en las diferentes edades embrionarias y generando una buena pérdidas de humedad en sus embriones, emplea un solo sensor el cual maneja la apertura de dampers, generando un solo ingreso de aire más controlado, su limpieza es más eficiente puesto que puede realizarse cargue tras cargue, no cuenta con sistema de refrigeración pero maneja humedad por aspersión que ayuda a mantener la humedad relativa controlada en bulbo húmedo como el manejo de la temperaturas altas. Las maquinas chickmaster manejan, ventilación por zonas controladas por sensores los cuales garantizan las mismas temperaturas tanto al inicio como al final de la incubadora, posee más renovación de aire lo cual ayuda a controlar las pérdidas de humedad, pero no es tan eficiente como las Jamesway, pero si garantiza mejor refrigeración puesto que posee serpentines aleteados de cobre por los que circula agua fría más o menos 13 °C. (Jamesway,2024).

El funcionamiento y la calidad del pollito obtenido de las maquinas Chickmaster y Jamesway se basa en la ventilación con las que cuentan las nacedoras de chickmaster puesto que es más uniforme y garantiza el correcto intercambio de aire dentro de ella, ya que posee una sola aspa que abarca todas las áreas esto mejorando en este aspecto a la nacedera Jameswey ya está última cuenta con dos ventiladores pero tiende a no ser tan eficiente la ventilación lo cual ocasiona puntos calientes dentro de la nacedora y que al no dar un manejo adecuado en las horas finales del nacimiento puede estresar al pollito. (Jamesway,2024).

La ventilación inadecuada en la sala de incubadoras y/o nacedoras pueden retardar o adelantar el tiempo de cosecha debido a la variaciones de presión de aire y temperatura que las incubadoras/nacedoras pueden obtener del exterior; si al observar los residuos de nacimiento encontramos pollos que no pueden sostenerse en pie puede ser indicar una inadecuada ventilación durante la incubación ,otras patologías y/o lesiones que se pueden observar son signos nerviosos, problemas locomotores ,como alteraciones en el posicionamiento de los miembros inferiores ó problemas de equilibrio por lo cual es importante considerar aspectos como la temperatura, humedad y ventilación de la incubadora (Elanco, 2016; Petersime, 2010).

Pollitos demasiado débiles con dificultad para levantarse, presencia de yemas grandes y

corvejones rojos pueden asociarse a temperaturas altas en nacedoras o mala ventilación, sin embargo, otros aspectos a tener en cuenta son el estado nutricional y sanitario de las reproductoras por lo cual debe considerarse las condiciones de temperatura, humedad y ventilación al interior de la nacedora (Elanco, 2016).

Para el mantenimiento las nacedoras Jamesway requiere mayor intervención de mano de obra calificada y repuestos; mientras las nacedoras Chickmaster cuentas con programas de mantenimiento más actualizados y fáciles de operar.

Tabla 3. Tipo de las máquinas.

PLANTA	TIPO DE MAQUINA
Planta N°1	Chick master
Planta N°2	Jamesway - Chick master
Planta N°3	Chick master
Planta N°4	Jamesway
Planta N°5	Jamesway
Planta N°6	Chick master
Planta N°7	Jamesway
Planta N°8	Chick master

- **El tipo de carga de las máquinas.**

Las diferentes plantas de incubación intervenidas, unas poseen maquinas con múltiple y otras con carga única, tan solo una de las plantas cuenta los dos tipos de máquinas.

En las máquinas de carga múltiple, existe una mezcla de fases de desarrollo embrionario, lo cual implica que no hay flexibilidad para ajustar el ambiente a fin de obtener las condiciones óptimas. En cambio, en una incubadora de carga única eso ya no supone un problema. Sin embargo, el sistema moderno de carga única exige que el usuario sepa, mediante un análisis adecuado de los datos y unos buenos conocimientos sobre incubación, qué condiciones necesita el embrión en las diferentes fases de desarrollo. (AviNews, 2016).

Tabla 4. Tipo de carga de las máquinas.

PLANTA	TIPO DE CARGA	
	MULTIPE	UNICA
Planta N°1	14	0
Planta N°2	16	0
Planta N°3	0	18
Planta N°4	0	12
Planta N°5	12	1
Planta N°6	16	0
Planta N°7	10	0
Planta N°8	5	0

1.1. Objetivos del Plan de Manejo

Considerar el aumento de los volteos los primeros tres días, con frecuencia de cuatro volteos por hora, recomendación que se podría aplicar en una de las maquina y así considerar la alternativa que mejore la calidad del pollito respecto al desarrollo embrionario.

Mejorar la calidad de los pollitos recién nacidos mediante la optimización de los procesos de incubación.

1.2 Descripción general del proceso de incubación.

La avicultura es por definición la práctica de criar aves con un objetivo comercial, este dividida en dos grandes eslabo- nes: la venta de huevos y la venta de carne de pollo, cata- logada como una industria en constante desarrollo y creci- miento con alta demanda, que exige un trabajo continuo en el desarrollo de cada una de sus etapas: selección de genética, incubación, reproducción, engorde o postura y benefi- cio, siendo fundamental tener presente toda la cadena de producción.

La incubación es el proceso mediante el cual una máquina simula el método natural de incubación de huevos, garan- tizando las condiciones ambientales idóneas (temperatura, aireación y humedad) para el desarrollo de los embriones, terminando con la salida del pollito del huevo.

El huevo fértil producido en las granjas de abuelas y de re- productoras es llevado a las instalaciones donde funcionan las incubadoras, los huevos se disponen en bandejas dentro de las incubadoras a una temperatura controlada de 37°C. Automáticamente la máquina mueve las bandejas 90º cada hora y las bandejas permanecen en un Angulo de 45º; a los 18 días los huevos son trasladados a las nacedoras y 3 días después nacen los pollitos, los cuales se clasifican por sexo y calidad. Los pollitos con malas condiciones físicas o poca vi- vacidad, son descartados; las aves de un día son vacunadas y se disponen para su trasladado hacia las granjas de pollo de engorde o de ponedora de huevo de mesa.

Finalizado el ciclo se realiza lavado y desinfección de las instalaciones y equipos, se retiran las cáscaras, plumón, los huevos no fértiles y el pollito no conforme.

Es importante tener en cuenta que los diagramas de flujo dependen de las operaciones unitarias que realice cada compañía.

1.3. Estrategias de Manejo.

Monitoreo Continuo: se implementó el sistema de las maquinas Hatchcom 4 y Advisor en donde se monitorean los equipos en cada una de las plantas por medio remoto, contando con información en tiempo real, alarmas automáticas para la notificar desviaciones de los parámetros, permitiendo intervenciones oportunas.

La clave para lograr mayor calidad continuamente de los pollos es garantizar que se cumplan las necesidades del embrión de forma consistente y uniforme durante la incubación, los embriones con una temperatura óptima pueden conseguir un buen desarrollo y una calidad superior de los pollitos

La clave para el éxito en la obtención de pollitos de alta calidad es garantizar que las necesidades de los embriones se satisfagan durante la incubación y continúen después de salir de la nacedora. la eclosión es el tiempo que transcurre entre el primer y el último pollito que abandona la cascara entre 24 a 36 horas.

1.4. Análisis Detallado.

Análisis periódicos de parámetros clave de calidad de los pollitos y correlación con porcentaje de incubabilidad y/o la tasa de eclosión.

Identificación de parámetros y tendencias para el ajuste de los procesos de incubación según las necesidades.

Fase 2: Prueba Piloto

- Seleccionar una prte (siendo específicos sobre qué área se va a trabajar) de la planta de incubación para implementar los cambios propuestos.
- Monitorear de cerca los resultados y recopilar datos para su evaluación.

2.1. Evaluación continua.

- Establecer un equipo de evaluación para analizar los datos recopilados.
- Realizar reuniones regulares para revisar el progreso y ajustar las estrategias según sea necesario.

2.2. Medición de Resultados.

- Indicadores de Éxito: Aumento en el porcentaje de incubabilidad.
- Reducción en la tasa de muerte embrionaria.
- Mejora en la calidad general de los pollitos recién nacidos.

2.3. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones de la Investigación: Recapitulación de los hallazgos clave de la investigación.

Recomendaciones Finales: Acciones específicas basadas en la investigación y los resultados obtenidos durante la implementación del plan.

3. Presupuesto y Recursos

Estimación de los recursos financieros y humanos necesarios para la implementación del plan.

4. Cronograma

4.1. Planificación Temporal.

Cronograma detallado que incluya plazos para cada fase del plan.

4.2. Monitoreo y Evaluación.

Establecer un Sistema de Monitoreo Continuo, donde se detalle cómo se llevará a cabo el monitoreo continuo y cómo se evaluarán los resultados.

5. Documentación y comunicación

Comunicación Interna: Estrategias para comunicar eficazmente el plan a todo el personal de la empresa.

Este plan de manejo está diseñado para asegurar la implementación efectiva de las recomendaciones derivadas de la investigación, con el objetivo principal de optimizar la producción de pollitos recién nacidos en la planta de incubación

Bibliografía

Aviagen. 2013. Incubación de Huevos en Altura. (sitio web en línea). https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/14555_aviagenbriefhatchingaltitudes2013-es.pdf

AviNews. 2016. Incubación de carga múltiple frente a la de carga única en una planta de pollos de engorde comercial. https://avinews.com/incubacion-de-carga-multiple-frente-a-la-de-carga-unica-en-una-planta-de-pollos-de-engorde-comercial/

BAHADORAN S, HASSANZADEH M, ZAMANIMOGHADDAM AK. Effect of chronic hypoxia during the early stage of incubation on prenatal and postnatal parameters related to ascites syndrome in broiler chickens. Iranian J of Vet Res 2010; 11(1):64-71.

Galíndez, R; Blanco, F. 2017. Eclosión, muerte embrionaria y calidad de pollitos en cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. Revista Científica, 27(1):56-61p. https://www.redalyc.org/journal/959/95950495008/html/.

HASSANZADEH M, BOZORGMEHRI FMH, BUYSE J, BRUGGEMAN V, DECUYPERE E. Effect of chronic hypoxia during the embryonic development on the physiological functioning and on hatching and posthatching parameters related to ascites syndrome in broiler chickens. Avian Pathol 2004;33:558-64.

HASSANZADEH M. New Approach for the incidence of ascites syndrome in broiler chickens and management control the metabolic disorders. Int J of Poult Sci 2009;8(1):90-98.

Hoyos, J; M. Quintero, M; Velásquez, B. 2020 “Bienestar animal en el proyecto avícola de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña”, Mundo Fesc, vol. 10, no. 19, pp. 88-101, 2020. https://www.researchgate.net/publication/350558330_Bienestar_animal_en_el_proyecto_avicola_de_la_Universidad_Francisco_de_Paula_Santander_Ocana.

Jamesway incubator company. 2024. Excelencia en Incubación. Realizada Fácilmente. (sitio web en línea).https://jamesway.com/es/chick-master-products/

Jara Carrión, C. 2019. Desarrollo de un equipo inteligente para controlar los parámetros de gestación en huevos de aves de corral. Tesis UCSG. 125 p. http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12640.

Kolańczyk, M. 2015. Cómo mantener la presión de aire adecuada en la planta de incubación. (sitio web en línea). https://www.pasreform.com/es/knowledge/20/como-mantener-la-presion-de-aire-adecuada-en-la-planta-de-incubacion

Nilipour, A. 2009. Efecto de las reproductoras y su manejo, de la incubación y de la embriogénesis sobre la progenie. (sitio web en línea) https://www.wattagnet.com/articles/4492-efecto-de-las-reproductoras-y-sumanejo-de-la-incubacion-y-de-la-embriogenesis-sobre-la-progenie .

Padilla, O; Guerra, L; Uña, F. 2007. Incubación de huevos aptos y no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas. (sitio web en línea). https://core.ac.uk/download/pdf/268092755.pdf

Apéndice B *Gestión del cambio*

	Gestión del Cambio	Código: FOR-E-PGE-01
		Fecha: 2-Mar-2023
		Versión: 01
		Página **1** de **5**

Presentación de la Gestión del Cambio			
1. Información del solicitante del cambio			
Área:	**Incubadora Girón**	**Fecha:**	**19/09/2023**
Nombre de quien identifica el cambio:	**Anderson Gómez**	**Cargo:**	**Líder de Mantenimiento**
2. Identificación de la necesidad del cambio (Descripción del Cambio, ¿Por qué?**)**			
Debido a que se manejan salas abiertas y no de ambiente controlado, no se logra obtener control estable de la temperatura, humedad y presión, lo cual genera una des uniformidad en el producto final.			
3. Efectos esperados del cambio (Beneficios/ Consecuencias de no realizarlo**)**			

*Lograr suministrar las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y presión requeridas para las diferentes máquinas, garantizando el correcto funcionamiento del equipo.

*Comportamientos no adecuados en las maquinas generando picos de temperaturas no controladas, tanto altos como bajos.

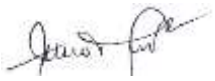
*Evidenciar mejora en la calidad del pollito.

4. Posible plan de acción para la implementación del cambio (Solicitante**)**

N°	**Actividades**	**Fecha inicio**	**Fecha fin**	**Recursos**	**Responsable**
1	Solicitud y aprobación adecuación sala	3-03-2023	5-03-2023	Correo Electrónico	Aurora Monsalve
2	Compra de equipos de Ambiente	2/03/2023	12/04/2023	económicos	Cristian Javier Franco
3	Instalación y material ductos de ambiente	1/04/2023	12/05/2023	Materiales de obra y Construcción	Yiowany Orozco

4	Adecuación de las diferentes áreas	15/05/2022	15/07/2023	Materiales de obra y Construcción	Yiowany Orozco

5. Aprobación del líder Inmediato para la continuidad del proceso de Gestión de Cambio

Cargo	Nombre	Fecha	Firma
Directora Técnica de Planta	Aurora Monsalve	25-07-2023	

Análisis de la Información por parte de los procesos de gestión		
6. Análisis de riesgos /controles Para la identificación y análisis de riesgo se pueden utilizar diferentes alternativas como matriz de peligros, ARO, AST., matriz de gestión del riesgo calidad.		
Riesgos	**Valoración**	**Controles**
Bajo rendimiento en la calidad del pollito	Alto	Revisión ajustes de variables técnicos
Accidentes laborales (caídas, atrapamiento, riesgo eléctrico, golpes)	Alto	Capacitación al personal de obra, utilización de los EPP, plan de logística y señalización del área a trabajar.
Daño al equipo por mala manipulación	Medio	Capacitación al personal

7. Recomendaciones para la gestión del cambio (Documentación, capacitación, otros)

/Requisitos Legales Aplicables

Capacitación al personal en el manejo del equipo.

Realizar programación de mantenimientos preventivos.

Control de los indicies del Nacimiento.

Análisis de variables (T°, Humedad, Presión, CFM, etc.)

8. Participantes en el análisis de riesgos y determinación recomendaciones

Nombre	**Cargo**
Anderson Gomez	Líder Mantenimiento
Constanza Pardo	Directora Técnica de Incubación
Nicolas Villamil	Analista de Calidad
Luisa Alfaro	Analista de Calidad

9. Evaluación del cambio por el responsable del sistema de gestión

* Cambio favorable para la compañía: SI ☐ NO ☐

* Valoración de riesgos e impacto dentro de los rangos aceptados: SI ☐ NO ☐

* Se aprueba el cambio: SI NO



_____

Firma Coordinador del Sistema de Gestión

	Gestión del Cambio	Código: FOR-E-PGE-01
		Fecha: 2-Mar-2023
		Versión: 01
		Página 3 de **5**

10. Planes de acción aprobado para la implementación del cambio					
N°	**Actividades**	**Fecha inicio**	**Fecha fin**	**Recursos**	**Responsable**
1	Solicitud y aprobación adecuación sala	3-03-2023	6-06-2023	Correo Electrónico	Aurora Monsalve
2	Compra de equipos de Ambiente	7/03/2023	12/04/2023	económicos	Cristian Javier Franco
3	Instalación y material ductos de ambiente	14/04/2023	12/6/2023	Materiales de obra y Construcción	Yiowany Orozco
4	Adecuación de las diferentes áreas	13/6/2022	15/07/2023	Materiales de obra y Construcción	Yiowany Orozco

5	Capacitación al personal	28/07/2023	28/07/2023	Ayudas audiovisuales	Anderson Gómez
6	Pruebas y ajustes	29-07-2023	31-12-2023	Indicadores de Mediciones - Nacimiento	Anderson Gómez

11. Aprobación del cambio

Cargo	Nombre	Fecha	Firma
Gerencia	Cristian Franco	7-03-2023	Cristian Franco

	Gestión del Cambio	Código: FOR-E-PGE-01
		Fecha: 2-Mar-2023
		Versión: 01
		Página 4 de 5

12. Seguimiento del responsable del Sistema de Gestión (Cierre efectivo de la gestión del Cambio**)**		
Descripción	**Fecha**	**Firma**
Se evidencia eficiencia en las máquinas, calidad de pollito y Porcentaje de producción del primer día, disminución de Segundas.	14-Ago-2023	

	Gestión del Cambio	Código: FOR-E-PGE-01
		Fecha: 2-Mar-2023
		Versión: 01
		Página 5 de **5**

Se realiza capacitación a todo el personal de la planta, en funcionamiento del equipo y manejo de la sala.	14-Ago-2023	

Apéndice C Evidencias fotográficas



Fuente. Autor