

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA



**MÉTODOS DE DESINFECCIÓN DE HUEVOS INCUBABLES Y
EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN UNA GRANJA
REPRODUCTORA DE PAVOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**STEFANIE MICHELL MEDINA RIVERA
CARLOS HÉCTOR SALVADOR ARAMBULO**

HUACHO - PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**MÉTODOS DE DESINFECCIÓN DE HUEVOS INCUBABLES Y
EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN UNA GRANJA
REPRODUCTORA DE PAVOS**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Ing. Hilario Noberto Pujada Abad

Presidente

Ing. Gladys Vega Ventocilla

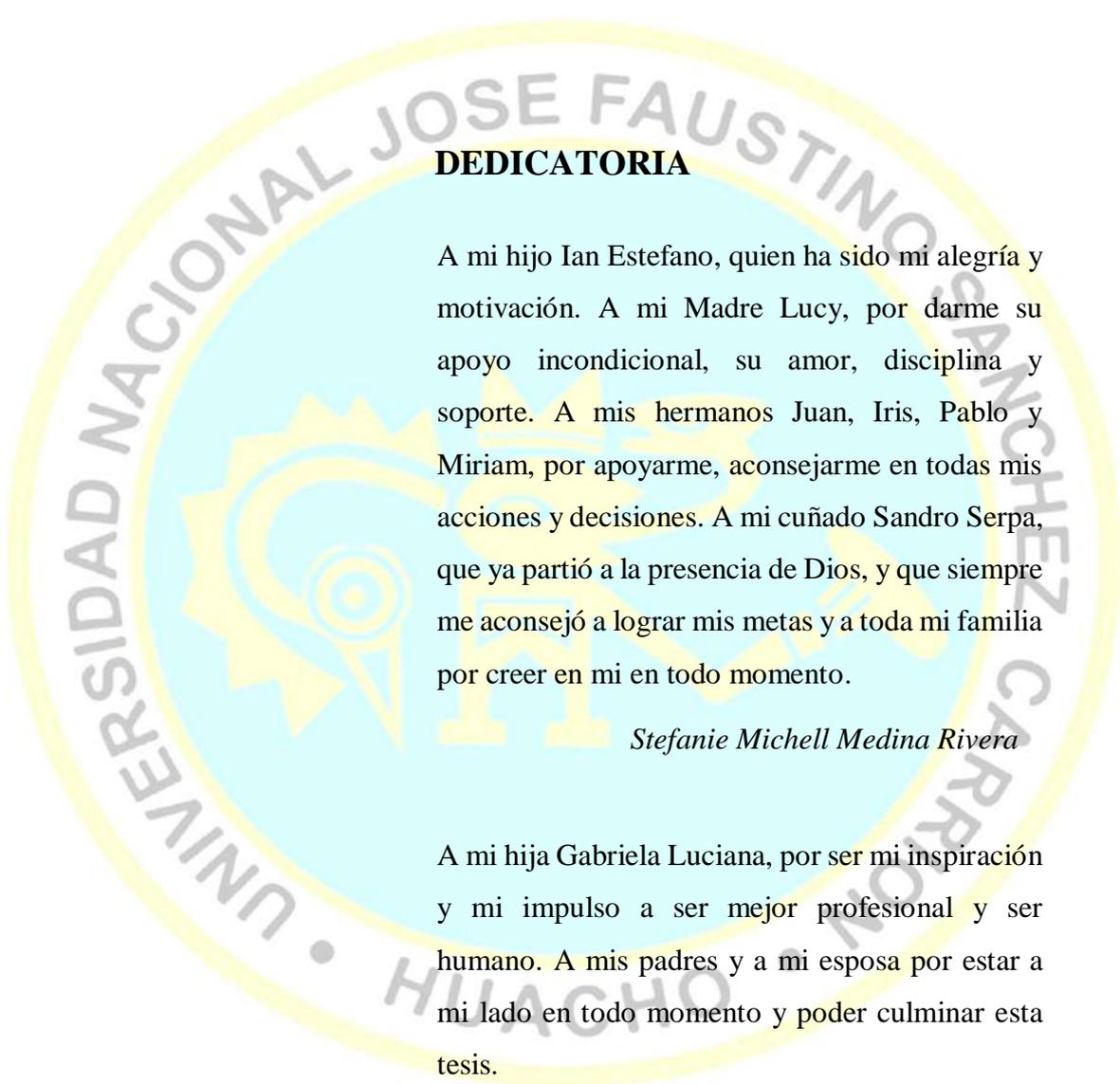
Secretario

Ing. Rufino Máximo Maguiña Maza

Vocal

MV. Carlomagno Ronald Velásquez Vergara

Asesor



DEDICATORIA

A mi hijo Ian Estefano, quien ha sido mi alegría y motivación. A mi Madre Lucy, por darme su apoyo incondicional, su amor, disciplina y soporte. A mis hermanos Juan, Iris, Pablo y Miriam, por apoyarme, aconsejarme en todas mis acciones y decisiones. A mi cuñado Sandro Serpa, que ya partió a la presencia de Dios, y que siempre me aconsejó a lograr mis metas y a toda mi familia por creer en mi en todo momento.

Stefanie Michell Medina Rivera

A mi hija Gabriela Luciana, por ser mi inspiración y mi impulso a ser mejor profesional y ser humano. A mis padres y a mi esposa por estar a mi lado en todo momento y poder culminar esta tesis.

Carlos Héctor Salvador Arámbulo

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos salud y la oportunidad de lograr nuestra formación profesional.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en especial a nuestra escuela profesional de Ingeniería Zootécnica, a toda su plana docente por sus enseñanzas durante toda nuestra formación académica.

A nuestro asesor, el Dr. Carlomagno Velásquez Vergara, por brindarme su paciencia y apoyo, y a todos aquellos que colaboraron en el desarrollo de esta investigación.



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO I	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Descripción de la realidad problemática	11
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3 Objetivos de la investigación	12
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación de la investigación	13
1.5 Delimitaciones del estudio	14
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.1.1 Investigaciones internacionales	15
2.1.2 Investigaciones nacionales	18
2.2 Bases teóricas	18
2.3 Bases filosóficas	32
2.4 Definición de términos básicos	33
2.5 Hipótesis de investigación	33
2.5.1 Hipótesis general	33
2.5.2 Hipótesis específicas	33
2.6 Operacionalización de las variables	35
CAPÍTULO III	36
METODOLOGÍA	36
3.1 Diseño metodológico	36
3.2 Población y muestra	36
3.2.1 Población	36

3.2.2	Muestra	36
3.3	Técnicas de recolección de datos	37
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	38
CAPÍTULO IV		40
RESULTADOS		40
4.1	Análisis de resultados	40
4.2	Contrastación de hipótesis	42
CAPÍTULO V		47
DISCUSIÓN		47
5.1	Discusión de resultados	47
CAPÍTULO VI		52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		52
6.1	Conclusiones	53
6.2	Recomendaciones	53
REFERENCIAS		54
7.1	Fuentes documentales	54
7.2	Fuentes bibliográficas	55
7.3	Fuentes hemerográficas	55
7.4	Fuentes electrónicas	58
ANEXOS		60

RESUMEN

Objetivo: Analizar la influencia de los métodos de desinfección de huevos en una granja de reproductoras de pavos sobre los parámetros de fertilidad en una planta de incubación.

Metodología: Se consideraron dos métodos de desinfección de huevos, por fumigación con gas (T1) paraformaldehído ($8\text{g}/\text{m}^3$) y por humectación (T2) con una solución a base de glutaraldehído y amonio cuaternario ($4\text{ml} / \text{L}$ de agua). Ambos métodos se aplicaron a dos lotes de pavos de la raza B.U.T de 51 a 57 semanas de edad. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2×2 . Los parámetros evaluados fueron % de incubabilidad, % de nacimientos, % de mortalidad y % de pavitos descartados. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). *Resultados:* El método de desinfección solo tuvo una influencia significativa ($p < 0.05$) en el porcentaje de pavitos descartados, siendo el T1 el método que logró un porcentaje menor (3%) respecto al T2 (3.8%). *Conclusión:* La desinfección con gas paraformaldehído logró un menor porcentaje de descarte sin afectar los parámetros de fertilidad, natalidad y mortalidad reportados en el criadero. La edad del criador es el factor principal que influye en todos los parámetros.

Palabras clave: Desinfección, huevo fértil, incubabilidad, paraformaldehído, pavos

ABSTRACT

The purpose of the poultry industry dedicated to reproduction is to generate quality birds, being the bacterial contamination of the hatching egg, one of the critical points in the breeding farms because it affects the fertility parameters and the development of future birds.

Objective: To analyze the influence of egg disinfection methods in a turkey farm on fertility parameters. *Methodology:* the research was experimental with a completely randomized block design with a 2x2 factorial arrangement. Two methods of disinfection of eggs were considered, by fumigation with gas (T1) paraformaldehyde ($8\text{g}/\text{m}^3$) and by wetting (T2) with a solution based on glutaraldehyde and quaternary ammonium (4ml/L of water). Both methods were applied to two batches of B.U.T turkeys of 51 to 57 weeks of age. The parameters evaluated were % hatchability, % births, % mortality and % of discarded poults. For the comparison of means, the Tukey test ($\alpha = 0.05$) was used. *Results:* The disinfection method only had a significant influence ($p < 0.05$) on the percentage of discarded poults, with T1 being the method that achieved a lower percentage (3%) compared to T2 (3.8%). *Conclusion:* Disinfection with paraformaldehyde gas achieves a lower percentage of discard without affecting the fertility, birth and mortality parameters reported in the hatchery. The age of the breeder is the main factor influencing all the parameters.

Keywords: Disinfection, fertile egg, hatchability, paraformaldehyde, turkeys

INTRODUCCIÓN

La industria avícola en el mundo incluye muchas especies de aves. En el 2016 la población mundial de aves de corral estuvo representada por un 91% de pollos, 5% de patos, 2% de pavos y 2% de otras aves. Asimismo, los pollos contribuyen con el 89 % de la producción mundial de carne avícola, seguida por los pavos con el 5%, los patos con el 4% y otras aves con el 2%. Siendo los patos, las aves que predominan en Asia comparado a otras regiones, mientras que el número de pavos es mayor en América del Norte, seguido de Europa y Asia (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2019).

En el Perú, la avicultura se ha convertido en una importante actividad económica, además de ser unos de los más importantes proveedores de proteína animal a nivel nacional. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2019), esta actividad orientada a la producción de carne y huevos comerciales, participó dentro de la estructura del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria, en el año 2018 con un 25,4% (ave 21,5% y huevo 3,9%).

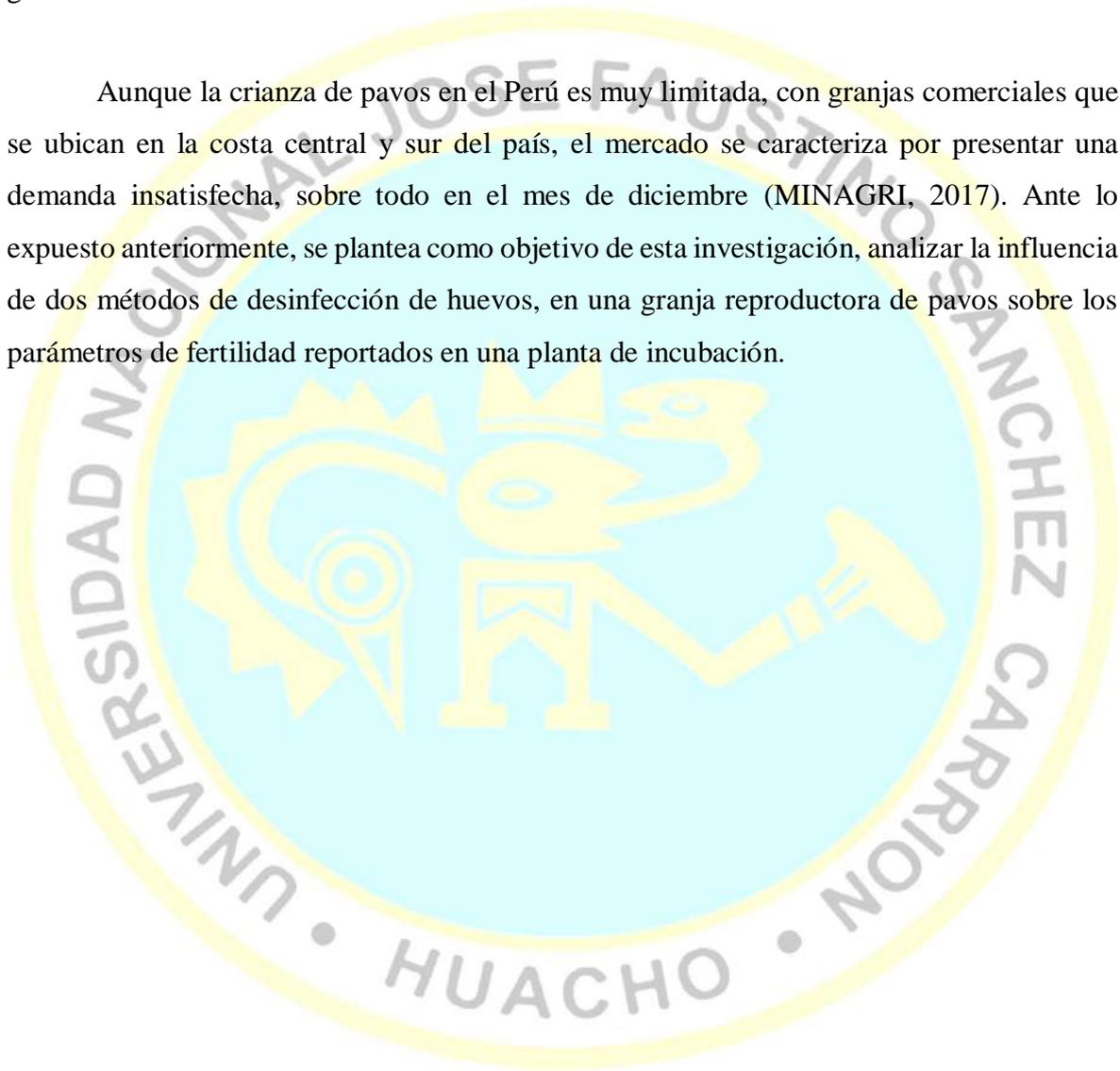
La industria avícola está constituida por varios eslabones, los cuales desarrollan los procesos de levante, reproducción, incubación, engorde, procesamiento, distribución y comercialización (Asensio, 2014; González et al. 2018), siendo el objetivo principal de las granjas que realizan el proceso de reproducción, la obtención del mayor número de huevos incubables y pollitos de calidad (Abad, 2019).

Para lograr estos objetivos los huevos incubables deben ser de calidad, la limpieza de estos es un factor determinante en la calidad de los pollitos, Asensio (2014) indica que los huevos contaminados pueden producir 1.3% más de pollitos de baja calidad que los huevos limpios. El manejo del huevo incubable, desde la recolección, desinfección, almacenaje y transporte, es determinante para no deteriorar el potencial de nacimientos (Yañez, 2011).

En la literatura se han reportado varios estudios relacionados a los métodos de desinfección de huevos de gallina, sin embargo, para el caso de pavos es muy escasa. Entre los métodos de desinfección se pueden mencionar el uso de formaldehído en condiciones

comerciales, el cual controla la contaminación bacteriana (Johnson, 2018). Así mismo los productos como el glutaraldehído, amonio cuaternario y paraformaldehído, son utilizados en la desinfección para eliminar bacterias, hongos, esporas, virus y micoplasmas. Respecto a la forma de aplicar el desinfectante, García (2013) afirma que la fumigación (gas) es el método que permite desinfectar toda la superficie del huevo y en mayores cantidades, mientras que la desinfección con spray (líquido) deja húmeda la cáscara y puede impedir el intercambio gaseoso.

Aunque la crianza de pavos en el Perú es muy limitada, con granjas comerciales que se ubican en la costa central y sur del país, el mercado se caracteriza por presentar una demanda insatisfecha, sobre todo en el mes de diciembre (MINAGRI, 2017). Ante lo expuesto anteriormente, se plantea como objetivo de esta investigación, analizar la influencia de dos métodos de desinfección de huevos, en una granja reproductora de pavos sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Los países con mayor consumo per cápita de carne de pavo son EEUU, Canadá, Chile y México con 7.3, 4.3, 4.1 y 1.7 kg, respectivamente (Castillo, 2018), estas cifras son superiores al reportado en nuestro país con 1.2 kg (Agraria.pe, 2020). El mayor consumo se reporta en la época navideña, ya que, durante el resto del año, su consumo es menor y aunque la producción de carne de pavo está por debajo de la de carne de pollo, en las últimas ocho campañas navideñas se ha podido apreciar un crecimiento promedio anual de 2.7%, según lo señalado por el diario Gestión (2018).

El Departamento de Investigación de Premex (2018) indica que el consumo de proteína animal en el mundo seguirá aumentando hasta alcanzar los 37 kg anuales per cápita al año 2030, según la Organización de Naciones Unidas. Si bien esto indica una gran oportunidad para el sector avícola, trae consigo enfrentar nuevos retos. Entre ellos, contribuir en la producción de más proteína, más económica y de mejor calidad para una población de más de 8 mil millones de personas.

Por ello es necesario tener en cuenta la implementación de prácticas de manejo en los diferentes eslabones de la cadena avícola, entre ellas aquellas que se dedican a la reproducción, es decir a la generación de pavitos bebés. En este aspecto, uno de los puntos críticos es el manejo de los huevos incubables, desde la recogida, desinfección, almacenaje y transporte, es crucial para no deteriorar el potencial de nacimientos y el desarrollo de la futura ave. La contaminación bacteriana del huevo incubable es un aspecto de gran importancia que repercute en el porcentaje de nacimientos y afecta la calidad de las aves (García, 2013).

Uno de los principales problemas que se observa en las empresas productoras de pavos son los métodos de desinfección de huevos fértiles, por ello es necesario buscar alternativas para escoger el mejor desinfectante y su aplicación adecuada para no alterar los parámetros de incubación (Cristancho, 2014).

La bibliografía disponible sobre la cría de pavos es escasa a diferencia de lo que ocurre con pollos y huevos. (Castelló, 2018, p.10). bajo este contexto y debido a la creciente relevancia del pavo en el mundo avícola en nuestro país, resulta interesante realizar un trabajo de investigación que analice los efectos que tiene la forma de aplicación del desinfectante (formaldehído) en la desinfección de huevos incubables en una granja reproductora de pavos y medir su eficiencia en los parámetros de fertilidad obtenidos en la planta de incubación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Los métodos de desinfección de huevos, utilizados en una granja reproductora de pavos, influyen sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos, influyen sobre el porcentaje de incubabilidad reportados en una planta de incubación?
- ¿Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos, influyen sobre el porcentaje de nacimientos reportados en una planta de incubación?
- ¿Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos, influyen sobre el porcentaje de mortalidad reportados en una planta de incubación?
- ¿Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos, influyen sobre el porcentaje de pavitos descartados después de la eclosión, reportado en una planta de incubación?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la influencia de los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar la influencia de los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, sobre el porcentaje de incubabilidad reportados en una planta de incubación.
- Analizar la influencia de los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, sobre el porcentaje de nacimientos reportados en una planta de incubación.
- Analizar la influencia de los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, sobre el porcentaje de mortalidad reportado en una planta de incubación.
- Analizar la influencia de los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, sobre el porcentaje de pavitos descartados después de la eclosión, reportados en una planta de incubación.

1.4 Justificación de la investigación

La evaluación de la vía de fumigación (gas o líquido) en una granja reproductora de pavos; se realizó para determinar cual tiene mayor significancia en los parámetros de incubación, tales como, el porcentaje de incubabilidad, nacimientos, huevos descartados y mortalidad de embriones, ya que estos parámetros son importantes para obtener pavitos de buena calidad que luego influirán en el buen rendimiento y desarrollo de pavos en sus etapas de producción. Por otro lado, servirá de base para futuros trabajos de investigación relacionados al tema.

1.5 Delimitaciones del estudio

- **Delimitación Espacial:** El lugar donde se desarrolló la investigación corresponde a una planta de incubación de una granja de pavos reproductores, ubicado al sur del país.
- **Delimitación Temporal:** Esta investigación se realizó en dos fases, la fase experimental entre los meses de marzo a mayo del 2019. La segunda fase de análisis de información durante el año 2020.
- **Delimitación Conceptual:** Se abordó conceptos sobre el proceso productivo, proceso de incubación, formas de desinfección y parámetros de fertilidad.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En la búsqueda de antecedentes para la investigación se han revisado estudios elaborados por instituciones nacionales e internacionales sobre el método de desinfección de huevos incubables y su influencia en los parámetros de incubación. Se ha hallado algunos trabajos, pero también mostramos algunas investigaciones o aproximaciones del tema a investigar.

2.1.1 Investigaciones internacionales

Oliveira, dos Santos, Nascimento & Rodrigues (2020) en su trabajo de investigación: “Alternative sanitizers to paraformaldehyde for incubation of fertile eggs”. Trabajo realizado en la Universidad de Brasilia, Brasil.

El objetivo principal en su trabajo experimental fue: evaluar los efectos de reemplazar paraformaldehído con extracto etanólico de propóleo y aceite esencial de clavo para desinfectar los huevos para incubar según los parámetros de eficiencia de incubación.

Concluyeron que: el tratamiento de aceite esencial de clavo, cuando se rocía sobre huevos fértiles como agente desinfectante, no difiere del paraformaldehído en relación con los parámetros de rendimiento de la planta de incubación. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar su eficacia. Por el contrario, el uso de extracto etanólico de propóleo al 15% no se recomienda para desinfectar los huevos para incubar.

Melo, Clímaco, Triginielli, Vaz, de Souza, Baião, Pompeu & Lara (2019) en su trabajo de investigación: “An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs”. Trabajo de investigación desarrollado en el Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 31270-901, MG, Brasil.

El objetivo principal fue: evaluar la eficacia de métodos alternativos para desinfectar los huevos para incubar, en comparación con el formaldehído, en la reducción del recuento microbiológico de la cáscara y sus efectos sobre la calidad de la cáscara, eclosión, calidad del pollito neonatal. Los métodos utilizados fueron: fumigación con paraformaldehído (5,03 g / m³/30 min), la fumigación con ozono (5 –15 ppm/30 min), irradiación de luz ultravioleta C (8,09 mW/cm²; 120s; UV-C), pulverización de peróxido de hidrógeno (3%; 0,69 ml/huevo), pulverización de ácido peracético (0,3%; 0,69 ml/huevo; PAA), pulverización de agua (0,69 ml/huevo; control de agua) y sin desinfección (seco control — DC).

Concluyeron que, los tratamientos con PAA y UV-C, redujeron significativamente los recuentos en placa de bacterias aeróbicas en comparación con el grupo de DC. La calidad de la cáscara de huevo, los parámetros de incubación y los recuentos microbiológicos para el saco vitelino no difirieron entre los tratamientos ($p > 0.05$). Este estudio demostró el potencial de la aplicación de PAA y UV-C para la desinfección de la cáscara de huevo en lugar de formaldehído.

Cristancho (2014) en su trabajo de investigación: “Comparación de tres protocolos de desinfección en huevo fértil, su relación con la disminución en la carga bacteriana y viabilidad del pollo de engorde”. Trabajo de grado, Universidad de la Salle; Bogotá, Colombia.

El objetivo principal en su trabajo experimental fue: Comparar tres diferentes desinfectantes y protocolos de desinfección de huevo fértil como medida en la mejora de la viabilidad del ave. Para ello utilizó tres desinfectantes, el primero a base formol en forma de desinfección por gas (P1), el segundo a base de glutaraldehído y amonio cuaternario mediante desinfección líquida (P2) y el tercero una solución microbicida líquida (P3).

Concluyó que los resultados obtenidos fueron buenos para los tres protocolos comerciales en cuanto a su eficiencia en la disminución de la carga bacteriana de la superficie de los huevos. Sin embargo, el P3 resulta ser una buena alternativa para la industria, debido a su eficiencia y a la capacidad de no alterar la viabilidad embrionaria. El P2, aunque resulta tener muy buenos resultados en los primeros parámetros medidos,

al parecer no tiene efecto residual en el tiempo en la superficie del huevo, ya que presento conteos de huevos contaminados al finalizar.

Copur, Arslan, Baylan & Canogullari (2011) en su trabajo de investigación: “Use of allicin as an Alternative hatching egg disinfectant versus Formaldehyde fumigation in Broiler hatching eggs”. Trabajo de investigación realizado en Turquía y publicado en la revista *Biotechnology & Biotechnological Equipment*.

El objetivo principal fue: determinar el posible uso de alicina del extracto de ajos, como alternativa al formaldehído para el control de la actividad microbiana de la cáscara de huevo y determinar su efecto sobre los parámetros de eclosión, crecimiento y desarrollo de pollitos después de la eclosión. Concluyeron que: los recuentos microbianos más bajos en los huevos se obtuvieron a partir de formaldehído.

Los recuentos microbianos disminuyeron ligeramente con las concentraciones crecientes alicina. En comparación con el control (formaldehído), el tratamiento alicina bajó la mortalidad embrionaria temprana y tardía, y la relación de conversión de alimento, pero aumentó la tasa de polluelo descartado, y la capacidad de eclosión de los huevos fértiles. Las concentraciones de alicina no tuvieron efecto significativo, ya sea en su incubación o crecimiento de los pollos y el desarrollo después de la eclosión.

Guillermo (2005) en su investigación: “Comparación de dos productos (formaldehído y paraformaldehído) usados en la desinfección de cama de nidos en granja de aves reproductoras y el efecto de cada uno sobre el porcentaje de incubabilidad.” Trabajo de investigación para obtener el título profesional de Médico Veterinario, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tuvo como objetivos específicos: Comparar la influencia del uso de productos desinfectantes a base de formaldehído y paraformaldehído sobre el porcentaje de incubabilidad y comparar la efectividad ambos desinfectantes en la desinfección de la cama de nidos, utilizando para ello recuento total de bacterias coliformes y hongos.

Concluyendo que: en ambos grupos el porcentaje de incubabilidad fue menor comparado con los porcentajes de incubabilidad ideal. A pesar de ello no hubo diferencia

estadísticamente significativa. Sin embargo, el grupo formaldehído tuvo más efectos adversos en las primeras etapas del proceso de incubación, comparado con el grupo paraformaldehído. No hubo diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de nacimientos, a pesar de ello el paraformaldehído obtuvo mejores resultados que el formaldehído.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Morales (2014) en su trabajo de investigación: “Comparación de parámetros de incubación de huevos fértiles procedentes de Perú y Brasil”. Monografía para obtener el título de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria la Molina; Lima, Perú.

El objetivo principal en este trabajo fue: comparar los parámetros de incubación (fertilidad, incubabilidad y natalidad) de los huevos fértiles procedentes de Brasil y Perú. Para ello se basó en una recopilación y comparación de datos.

Concluyeron que: las condiciones ambientales y de manejo del huevo, desde que es puesto hasta que llegue a ser incubado, juega un rol importante en los parámetros de fertilidad y nacimiento.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Descripción del proceso productivo

Según Sandoval, Yuño, Bakker, Rodríguez & Beretta (2005) la industria avícola para producción de carne aviar, está constituida por distintas etapas productivas: granja de reproductores, planta de incubación, granja de engorde y planta de faenamiento. El objetivo de todos estos procesos es lograr polluelos viables al menor costo de producción. (p. 77).

Ariza, Martínez & Salamanca (2014) señalan que: La cadena productiva a la cual pertenece la producción de pavos, inicia con la cría y engorde; continúa con el transporte, sacrificio, corte, congelación y comercialización de éstos, donde a la vez se generan subproductos como grasas, sebos, sangre, plumas y termina con la elaboración de carnes embutidas, frías y congeladas”. (p.16), tal como se observa en la Figura 1.

Figura 1.

Flujo detallado del proceso productivo del pavo.



Nota. Tomado de *Crianza y comercialización de pavo con responsabilidad social* (p.15), por Ariza et al., 2014.

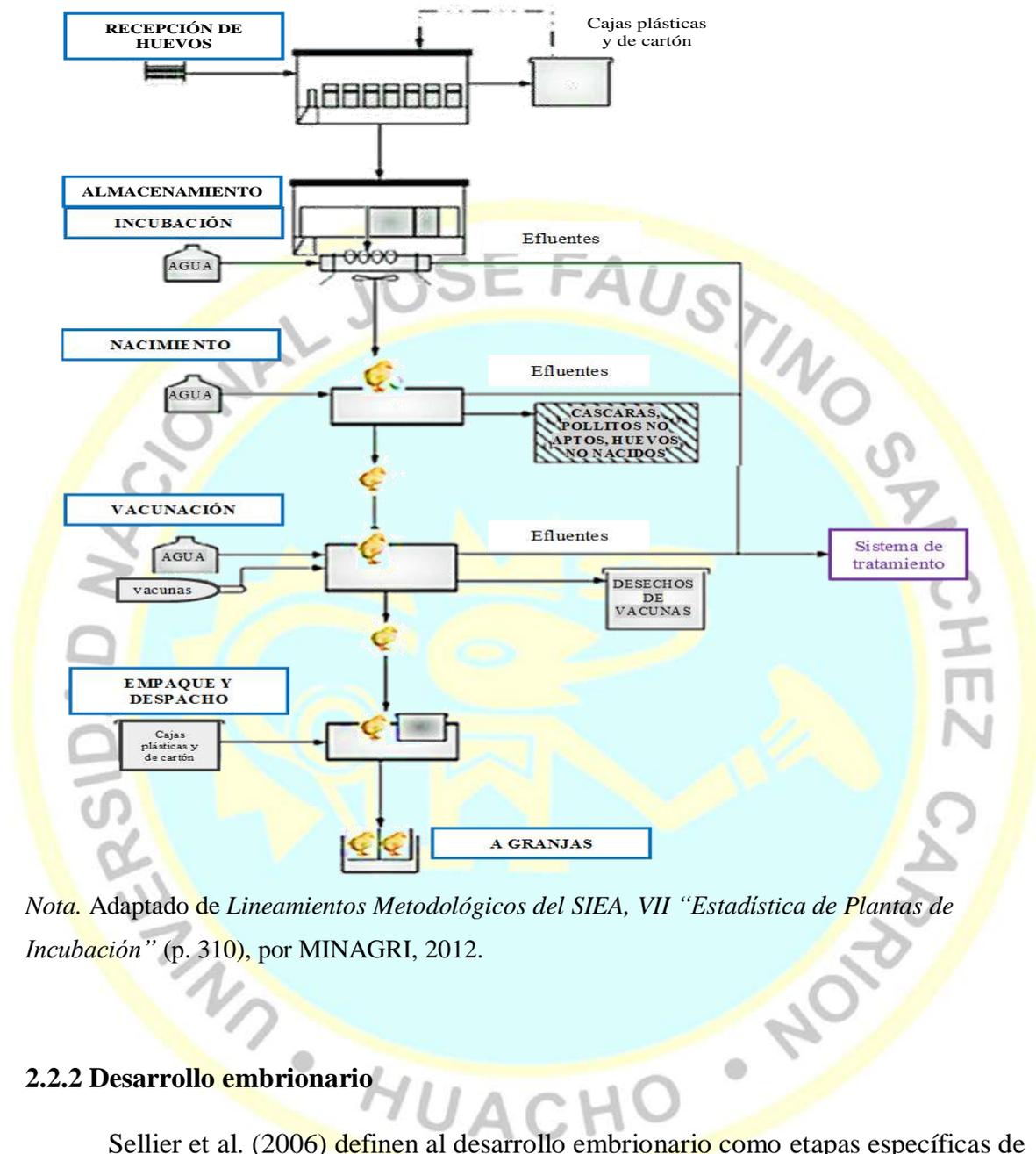
Según la Guía metodológica del MINAGRI, indica que la planta de incubación es el establecimiento que debe poseer ciertas características sanitarias, cuya actividad es la incubación de huevos fértiles para la obtención de pavos bebés (BB).

La figura 2, muestra el diagrama de flujo para el huevo fértil, la planta recibe los huevos fértiles limpios, desinfectados y empacados provenientes de las granjas de reproductoras (transportados en cajas de plástico o cartón). Los huevos permanecen durante 25 días en las maquinas incubadoras y durante 3 días en las maquinas nacedoras hasta completar los 28 días correspondientes al periodo de incubación y nacimiento.

Los actuales sistemas de explotación de reproductoras utilizan la incubación artificial, ya que comparada con la incubación natural presenta ventajas económico y productivas. Además, para producir un mayor número de pavitos viables, no sólo es importante tener huevos fértiles, sino también manejarlos de forma adecuada para lograr un adecuado desarrollo del embrión (Yañez, 2011).

Figura 2.

Diagrama de flujo del huevo fértil en las plantas de incubación.



Nota. Adaptado de *Lineamientos Metodológicos del SIEA, VII "Estadística de Plantas de Incubación"* (p. 310), por MINAGRI, 2012.

2.2.2 Desarrollo embrionario

Sellier et al. (2006) definen al desarrollo embrionario como etapas específicas de progresión morfológica desde las primeras divisiones celulares del embrión hasta la eclosión el caso de los pavos, tiene una duración de 28 días.

El conocimiento de estas fases es útil en la industria avícola para descubrir la base de los problemas de fertilidad y eclosión. La figura 3, muestra el desarrollo embrionario en pavos día por día.

Figura 3.

Desarrollo embrionario en los pavos.



Nota. Tomado de Hybrid, 2016.

2.2.3 Manejo del huevo fértil

Para lograr un buen resultado en el proceso de incubación se debe tener en cuenta el manejo del huevo fértil. A continuación, se detallan las actividades a tener en cuenta:

a) Recolección del huevo: Según lo mencionado por Gómez y Valero (2009), el cuidado de los huevos antes de que éstos entren a la incubadora puede ser decisivo para que los polluelos salgan o no del cascarón. Los huevos deben recogerse lo más rápidamente posible después de la puesta, sobre todo, si se depositan en el suelo; así se evita que se puedan contaminar con las heces, disminuye la posibilidad de que se rompan o sean aplastados por las aves adultas. La recolección de los huevos debe realizarse con las manos completamente limpias, desinfectadas y de ser posible utilizando guantes.

“Todos los autores señalan que cuanto más se alargue el período de almacenaje, los huevos deberán estar a una menor temperatura y con una mayor humedad relativa. Estas condiciones de temperatura y humedad permitirán que el embrión permanezca en estado latente sin desarrollarse hasta que sea introducido en la incubadora” (Gómez y Valero, 2009, p. 60).

b) Clasificación: Según lo mencionado por Chick Master (Citado por Yañez, 2011) al momento de hacer la recolección de huevos, aquellos que estén limpios deben ponerse en bandejas, los huevos sucios deben ser colocados en grupos separados para evitar la contaminación de los huevos limpios. Los huevos incubables deben tener un peso mínimo de 70 gramos para la línea Hybrid Large White. Los huevos sucios, agrietados, perforados, rotos, manchados, cascara delgada, deformados, granulados deben ser descartados.

c) Limpieza: Al momento de recolectar los huevos, se pueden encontrar huevos sucios, manchados con heces, etc. En estos casos, se procede a limpiar la mancha con agua que se encuentre a la misma temperatura que el huevo, luego secar con papel, no se recomienda usar trapos húmedos ya que se puede extender los posibles gérmenes de un huevo a otro (Gómez y Valero, 2009).

d) Desinfección: Según Gómez y Valero (2009) antes del proceso de incubación, es necesario realizar la desinfección de los huevos. Este es un proceso selectivo para

destruir o inactivar a los microorganismos patógenos (virus, hongos y especialmente a las bacterias de origen entérico) presentes generalmente en los nidales, la camada, las bandejas y recipientes, así como en las manos de quien manipula esos huevos (p. 85), sin que dicho tratamiento afecte adversamente las características y calidad del producto u objeto del proceso.

La limpieza y desinfección de los huevos se debe hacer lo más pronto posible (no más de 60 minutos después de haber sido puestos) para reducir la población de microorganismos presentes en la cáscara (Hernando, 1990; Yañez, 2011) que pueden atravesarla debido a la contracción del contenido del huevo al enfriarse, con lo que escaparían a la acción de los desinfectantes. Ya que la temperatura del huevo recién puesto es de aproximadamente 40° C, alcanzando la temperatura ambiente entre 4 a 6 horas, pues la alta temperatura del huevo al ser puesto hace que por un momento los poros estén más abiertos, y al enfriarse estos se cierran quedando en su interior los microorganismos, haciendo difícil e imposible su desinfección posterior (Vásquez, 2018). Por lo tanto, es necesario realizar la desinfección inmediatamente después de la puesta para lograr mayor eficacia (García, 2013).

e) Almacenaje de huevos en la granja: Las condiciones de almacenamiento deben ser diseñadas para minimizar pérdidas. Muchos de los huevos son colocados en cajas abiertas o en estantes de la granja, se debe permitir que los huevos se enfríen y sequen completamente antes de guardarlos para así evitar condensación y luego crecimiento de hongos (Cobb, 2013).

Yañez (2011) indica que el proceso de enfriamiento dura aproximadamente entre 6 y 10 horas, a 21.1-26.7 °C. Un enfriamiento lento puede permitir que crezca un poco más fuerte (p. 12).

Por otro lado, según Hybrid (2017) la temperatura ambiental entre 13-20°C detiene el desarrollo del embrión en un huevo de pavo durante el almacenamiento. Según el tiempo de almacenamiento, la mortalidad de los embriones aumenta, siendo 6,45% a los 4 días en comparación con 14 días (8,23%). Por ello, para periodos prolongados, se recomienda pre incubar los huevos (37,5°C) el mismo día de su postura durante 12 horas antes de almacenarlos a baja temperatura, eso permite que

el embrión alcance la fase de desarrollo de hipoblasto, que es relativamente inactiva, aumentando su supervivencia durante el almacenamiento (p.2).

La pre incubación, además de disminuir la mortalidad embrionaria también puede mejorar la ventana de eclosión. Los huevos de pavo necesitan más tiempo de pre incubación en comparación con los pollos debido a que los embriones de los huevos de las pavas están menos desarrollados que los embriones de los huevos de gallina. La mayoría de los embriones de los huevos de pavo (cuando se ponen) están formando o a punto de terminar el desarrollo de la zona pelúcida. En cambio, los embriones de gallina han completado el desarrollo de la zona pelúcida en el momento de la oviposición” (Lopez & Hergott, 2014).

- f) **Transporte de los huevos:** Los huevos deben ser transportados a la planta de incubación de forma segura para mantener la calidad de los mismos. Los vehículos utilizados para el transporte de los huevos deben estar limpios y desinfectados, además de asegurar las condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación (Morales, 2014).

2.2.4 Contaminación del huevo fértil

Antes de ingresar a la planta de incubación, los huevos deben ser desinfectados para reducir el riesgo de contaminación.

La contaminación de los huevos fértiles tiene como consecuencia la muerte del embrión debido a la multiplicación de bacterias en el albumen y vitelo (García, 2015). Estas bacterias afectarán la calidad del nacimiento, como la mortalidad embrionaria temprana, la infección del huevo y el saco vitelino, la mortalidad de pollitos antes de la eclosión. Los huevos para incubar son infectados por numerosos organismos infecciosos antes y después de la puesta. Entre los microorganismos que pueden contaminar los huevos de incubación se pueden mencionar: *Salmonella sp.*, *Mycoplasma sp.*, *E.coli*, *Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Aspergillus fumigatus* *Enterobacter spp.* *Klebsiella spp.*, *Streptococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Bacillus cereus*, y *Enterococcus* (Copur et al. 2011; EmTech, 2020).

Para Vásquez (2018) eliminar la contaminación de los huevos que llegan a la planta de incubación, es difícil y representan un gran riesgo porque la incubadora brinda las condiciones ideales para el desarrollo de microorganismos (alta temperatura y humedad), y pueden contaminar el resto de los huevos dentro de la incubadora.

2.2.5 Proceso de incubación

“El proceso de incubación de huevos es el primer paso a dar en cualquier tipo de producción avícola. Es llevado a cabo en explotaciones especializadas que, posteriormente suministran los pavitos a las explotaciones dedicadas al engorde de animales, producción de huevos, etc.” (Yañez, 2011, p. 1). Para poder asegurar una buena eclosión y calidad de los pavitos, es necesario cumplir varios objetivos biológicos durante la incubación, es de vital importancia evaluar este proceso para obtener datos propios e identificar las causas de las deficiencias productivas (Sandoval, 2005; Hybrid, 2017).

Por lo general, las pavas inician la etapa de postura a partir de la semana 30 de vida. Las pavas pueden llegar a poner por ciclo (de cuatro a cinco meses) de 30 hasta 160 huevos (Cordero, 2012, p.23).

Para Ariza et al. (2014), la incubación debe darse a una temperatura entre 20 y 30°C, en un ambiente seco. Si el huevo es expuesto a temperaturas superiores puede pre incubarse y dañarse. El huevo fértil puede ser almacenado a temperatura inferior a 16°C, una semana después de haber sido puesto por la pava. Se debe tener en cuenta que, a mayor tiempo de almacenaje, el porcentaje de fertilidad e incubabilidad descienden.

Ariza et al. (2014) indica que la incubación de los pavos dura 28 días, la primera fase de crecimiento embrionario dura 24 a 25 días:

La incubación se realiza en una máquina incubadora que mantiene constantes la temperatura, humedad, tensión y disponibilidad de oxígeno, evita la acumulación de CO₂ y realiza con una frecuencia determinada el volteo de los huevos para evitar adherencias en el embrión; al cabo de estos días se hace transferencia a una máquina nacedora en donde el embrión terminará el proceso y romperá el cascarón para poder nacer, que darán el espacio y ambiente necesario para que puedan nacer los pavitos” (p. 28).

También es importante tener en cuenta lo mencionado por Begazo (citado por Yañez, 2011) respecto a que se debe dar el mejor manejo al huevo desde que es puesto por la pava hasta que culmine su periodo de incubación de forma exitosa obteniendo un pavo de buena calidad.

2.2.6 Desinfectantes usados en el proceso de incubación

Los desinfectantes, deben caracterizarse por una buena eficacia y rapidez, deben poseer un amplio espectro de acción en presencia de materia orgánica. Entre los desinfectantes orgánicos, los aldehídos son un grupo importante; entre ellos el glutaraldehído y el formaldehído, este último se utiliza tanto en forma líquida como gaseosa (Asdrubali & Franciosini, 1994). García (2013) señala las principales características que deben cumplir los desinfectantes para huevos incubables:

- Que tenga un amplio espectro antimicrobiano (capacidad para destruir bacterias, levaduras y hongos).
- Que sea activo a baja concentración y en presencia de cantidades moderadas de materia orgánica.
- Soluble en agua, químicamente estable, sin acción corrosiva sobre los metales y que no tiña las superficies.
- Buena capacidad de penetración de materiales y superficies.
- No tóxico para el hombre y animales, incluyendo el embrión.
- Fácilmente disponible y barato.
- Que cumpla con la legislación del país.
- Que no produzcan daños en la cutícula y que no colapsen los poros impidiendo la pérdida de peso y el intercambio de gases.

Para Cadirci (2009), los métodos de desinfección utilizados incluyen la aplicación de desinfectantes por pulverización, inmersión y la fumigación con formaldehído siendo la más eficaz. Otro método de desinfección es el agua oxigenada (1-2.5%), glutaraldehído (a 1000 ppm), amonio cuaternario (1200 ppm). Cobb (2013) menciona que los desinfectantes deben ser usados estrictamente con las recomendaciones del fabricante. No todos los desinfectantes son compatibles, muchos son tóxicos y deben ser manejados con cuidado. Además, deben cumplir con las regulaciones de cada gobierno (p. 27).

Existen 5 familias de desinfectantes (Huertas, 2018): los Halógenos (cloro, Iodo), derivados fenólicos (clorofenoles), cuaternarios de amonios (Cloruro de Bezalkonio), Aldehídos (formaldehído, glutaraldehído) y peróxidos (agua oxigenada, ac. Paracético).

La figura 4, muestra las propiedades químicas positivas, negativa y variables de los diferentes tipos de desinfectantes. Se debe tener en cuenta sus propiedades y deben ser usados estrictamente con las recomendaciones del fabricante, no todos son compatibles, muchos son tóxicos y deben ser manejados con cuidado.

Figura 4.

Propiedades químicas de los desinfectantes usados en incubadoras

Propiedades en uso normal	Hipoclorito y otros productos basados en cloro	Productos de Amonio Cuaternario	Fenoles	Formaldehido		Iodóforos	Glutaraldehido	Acido Peracético
				Líquido	Gaseoso			
Bactericida	+	+	+	+	+	+	+	+
Esporicida	+	-	±	+	+	+	+	+
Fungicida	±	±	+	+	+	+	+	+
Viricida	±	±	±	+	+	+	+	+
Tóxico animales y humanos	±	-	+	+	+	-	±	-
Actividad con material orgánico	-	-	±	+	-	-	±	±
Poder detergente	-	+	-	-	-	-	-	-
Mancha	-	-	±	-	-	+	-	-
Corrosivo	±	-	±	-	-	-	-	±
Costoso	-	+	-	-	-	+	+	+

+ Características Positivas

- Características Negativas

± Propiedad variable

Nota. Tomado de *Guía de Manejo de la Incubadora* (p. 28), por Cobb, 2013.

Se definen los desinfectantes más importantes para el desarrollo de esta investigación:

- a) **Formaldehido:** Ha sido el desinfectante más utilizado en las incubadoras, tanto para la desinfección de huevos, como para el control de gérmenes en el ambiente de las nacedoras. Es muy activo frente a hongos, esporas, bacterias y virus. Sin embargo, es tóxico tanto para el hombre como para los animales (Gómez y Valero, 2009, p 89).

Vásquez (2018) menciona que es ampliamente utilizado por alta efectividad, sin embargo, su uso debe ser controlado, debido a los daños que puede ocasionar tanto a la salud humana como a los embriones y pollitos. En incubadoras no se debe utilizar cuando los embriones tienen entre 24 y 96 h de incubados.

- b) Paraformaldehído:** es la forma sólida del formaldehído con permanganato de potasio; necesita 75% de humedad y 20°C durante la esterilización; esta combinación es muy eficaz. Cuando es calentado libera gas formaldehído que tiene un amplio espectro microbicida siendo efectivo contra virus, bacterias, hongos y levaduras, su actividad es aumentada en condiciones húmedas y calientes (Guillermo, 2005).
- c) Glutaraldehídos:** Tienen buena actividad frente a hongos, virus, bacterias y esporas. Son poco tóxicos y se pueden utilizar alternativamente con amonios cuaternarios con muy buenos resultados (Gómez y Valero, 2009, p 87).
- d) Amonios cuaternarios:** Tienen buena actividad como detergentes, no irritan ni son corrosivos, y son poco tóxicos. Actúan bien contra las bacterias, relativamente eficaces contra hongos y virus, pero poco efectivos contra esporas. Su uso continuado puede producir resistencias en diferentes especies de bacterias y hongos (Gómez y Valero, 2009, p 87).

2.2.6 Mecanismo de acción de desinfectantes

Huerta (2018) señala que el mecanismo de acción de los antisépticos y desinfectantes depende de tres mecanismos básicos:

- Capacidad de coagular y precipitar proteínas
- Alterar las características de permeabilidad celular
- Toxicidad o envenenamiento de los sistemas enzimáticos de las bacterias, que a su vez dependen del grupo químico. Éstos pueden producir la muerte o inhibición celular de las bacterias por oxidación, hidrólisis o inactivación de enzimas, con pérdida de los constituyentes celulares.

El formaldehído actúa sobre las proteínas por desnaturalización, y sobre los ácidos nucleicos (y también proteínas) mediante alquilación. A nivel de los ácidos nucleicos, la reacción es irreversible. Esta acción se lleva mejor a cabo de un pH alcalino. Por otro lado, el glutaraldehído actúa en la pared celular bacteriana y probablemente también a la pared de los hongos, a nivel de los puentes cruzados del peptidoglicano. En *Escherichia coli*, el glutaraldehído inhibe la síntesis de proteínas, ARN y ADN (Rodríguez, 2005; Cadirci, 2009).

Según el Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá (2021), el formaldehído y glutaraldehído, actúan como bactericidas y bacteriostáticos. Actúan mediante la alquilación de los grupos químicos en las proteínas y los ácidos nucleicos de las bacterias, virus y hongos. El glutaraldehído tiene una actividad mayor contra las esporas que el formaldehído y actúa preferentemente a un pH alcalino (6.8 - 7.4).

2.2.6 Formas de desinfección

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2014) refiere que hay cuatro procedimientos principales para realizar la desinfección: fumigación con gas formaldehído, aspersión de los huevos con solución desinfectante, inmersión en solución desinfectante y luz ultravioleta.

A continuación, se detallan algunos métodos utilizados en la desinfección de huevos:

- a) **Gaseado con formaldehído, obtenido por la mezcla de formol y permanganato potásico:** Cadirci (2009) indica que el formaldehído se puede aplicar como un líquido, pero es más efectiva cuando se usa como un gas. La manera más común de generar el gas, es mediante la adición de formalina al permanganato de potasio (KMnO_4) en proporción de 2:1.

Los huevos son colocados en la cámara de desinfección, la dosis normal es de 60 ml de formol comercial (al 40%) con 30 gramos de permanganato potásico por metro cúbico de la cámara. El tiempo de exposición no debe ser inferior a los 20 minutos. Por debajo de los envases con los huevos se coloca el

recipiente con los cristales de permanganato potásico. Luego, se vierte el formol, se cierra rápida y herméticamente la puerta de la cámara.

El gas producido por esta reacción no provoca daños apreciables en los huevos cuando es aplicado en las proporciones adecuadas; de no ser así, el formaldehído puede ser el causante de la elevación de la mortalidad embrionaria temprana durante el proceso de la incubación. En los últimos años se ha cuestionado el uso del formaldehído debido a los efectos potenciales del mismo como agente cancerígeno, e incluso por el peligro en su manipulación por el hombre, prohibiéndose por estas razones en algunos países. Hoy por hoy continúa siendo el método de desinfección de elección (Gómez y Valero, 2009, p. 85).

- b) **Gaseado con formaldehído obtenido mediante el calentamiento del formaldehído:** Se vierte en un recipiente adecuado el formol (la cantidad depende del tamaño de la cámara y la cantidad de los huevos a tratar). Luego, el recipiente se coloca sobre el fuego (hornillo de resistencia). La duración del tratamiento depende del momento en el que comienza el desprendimiento del gas (normalmente es suficiente con un gaseado por espacio de 20-30 minutos). La dosis adecuada es de 10 g del producto por metro cúbico de la cámara (Gómez y Valero, 2009, p. 86).
- c) **Aspersión de los huevos con solución de formol al 1%:** La solución desinfectante previamente preparada (2,5 ml de formol y 97,5 ml de agua para cada 100 ml de solución) se vierte sobre una mochila de pulverizar o cualquier pulverizador de mano, regulado para que expulse gotas muy finas. El tratamiento en sí es muy simple. Se procura mojar bien los huevos con la solución y se deja que los mismos se sequen por medio del aire (Gómez y Valero, 2009, p. 86).
- d) **Nebulización con otros productos como:** glutaraldehído (a 1000 ppm), amonio cuaternario (1200 ppm). Siguiendo en todo momento las instrucciones del laboratorio preparador (Gómez y Valero, 2009, p. 86).

2.2.4 Parámetros de incubación

La fertilidad de los huevos incubables, la mortalidad embrionaria e incubabilidad son los parámetros considerados como los más importantes de la fertilidad de las aves. (Ortiz y Cumpa, 2016).

- a) **Incubabilidad:** Es la facultad o capacidad del huevo, para eclosionar, produciendo un pollito viable (Morales, 2014, p. 28). Se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\%Incubabilidad = \frac{N^{\circ} \text{ de embriones que llegan al final de incubación}}{N^{\circ} \text{ de huevos fértiles}} \times 100$$

- b) **Nacimientos:** Se puede expresar por la relación de los pollitos nacidos y los huevos cargados en la incubadora (Morales, 2014, p. 29).

Para Maekawa, Reyna, Alba & Gonzales (2014) este parámetro se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

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

- c) **Descarte:** Para Maekawa et al. (2014) se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\%Descarte = \frac{N^{\circ} \text{ de pavitos de descarte}}{N^{\circ} \text{ de huevos incubados}} \times 100$$

La calidad de los pavitos está relacionada con el cumplimiento de ciertas características, como el peso del pavito (más de 60 gramos). La calificación de Tona y Pasgar es una de las herramientas de medición más populares que dan un puntaje visual para la persona de control de calidad, esta calificación evalúa diferentes criterios, como el ombligo, las patas, el pico, el saco de la yema, los ojos, que principalmente reflejan las condiciones durante la última etapa de incubación y son buenos indicadores de la viabilidad del pavito durante la primera semana después de su nacimiento (Hybrid, 2017). Los pavitos que no cumplan con estos criterios son descartados (Figura 4).

Figura 4.

Criterios evaluados para medir la viabilidad de los pavitos.



Nota. Tomado de *Monitoreo de la Planta de Incubación* (p. 6), por Hybrid, 2017.

- d) **Mortalidad:** La mortalidad embrionaria se estima mediante la técnica de embriodiagnos, la cual consiste en abrir los huevos que no eclosionaron y hacer un conteo (Maekawa et al. 2014).

2.3 Bases filosóficas

Ospina (2015): *“La limpieza prudente y minuciosa es imprescindible, y nunca podrá ser remplazada, ni por una mayor cantidad de desinfectante, ni por la aspersión en alta presión”* (<https://www.elsitioavicola.com/articles/2796/limpieza-y-desinfeccion/>).

García (2016): *Teniendo en cuenta la premisa en toda la cadena alimentaria de “Del campo a la mesa” los criadores de pavos han de ser conscientes de que ellos son*

el primer eslabón de la cadena alimentaria y que todos los demás, partan o lleguen a ellos, han de estar controlados y estar libres de patógenos en todo momento por que “Todos formamos parte de la cadena alimentaria” (<https://avicultura.info/medidas-bioseguridad-pavos/>).

2.4 Definición de términos básicos

- **Desinfectante:** sustancias que se emplean para destruir los microorganismos, deben mantener una acción bactericida residual que permanezca por buen tiempo y ser estables en presencia de residuos orgánicos.
- **Huevo fértil:** es el huevo fertilizado, producido en un plantel reproductor (donde conviven machos junto a las hembras), presenta blastodermo en lugar de blastodisco; es decir contiene un embrión.
- **Huevo incubable:** Son los huevos fértiles que después de un proceso de selección están aptos para destinarlos a las plantas de incubación.
- **Proceso de incubación:** Comienza cuando los huevos fértiles aptos, son sometidos a temperaturas que permiten salir del estadio de embrión y reiniciar su multiplicación celular. Este proceso termina con el nacimiento del ave.
- **Embriodiagnos:** el diagnóstico de la mortalidad embrionaria realizado a partir de la apertura de los huevos que quedaron sin eclosionar en las bandejas de nacedoras.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

H0: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación.

H1: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos sí tienen influencia sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de incubabilidad reportado en una planta de incubación.
- Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de nacimientos reportados en una planta de incubación.
- Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de mortalidad reportado en una planta de incubación.
- Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de pavitos descartados después de la eclosión, reportado en una planta de incubación.



2.6 Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables de estudio.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
Variables	Definición Operacional	Dimensiones	Tipo	Escala de medición	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
X: Independiente: Método de Desinfección de huevos	Proceso selectivo para destruir o inactivar a los microorganismos patógenos. Gómez y Valero (2009)	X1: Gas Paraformaldehído	Cuantitativa	De Razón	Concentración para fumigación: 8g/m ³	Cámaras de gas
		X2: Glutaraldehído + Amonio Cuaternario	Cuantitativa	De Razón	Concentración líquida 4ml por L de agua	Depósito con desinfectante
Y: Dependiente: Parámetros productivos de fertilidad	Son las características más importantes de la fertilidad de las aves. (Ortiz y Cumpa, 2016).	Y1: Porcentaje de Incubabilidad	Cuantitativa	De Razón	Número de huevos incubables del total de huevos puestos	Datos registrados y Cálculo simple
		Y2: Porcentaje de nacimientos	Cuantitativa	De Razón	Número de pavitos nacidos del total de huevos incubables	Datos registrados y Cálculo simple
		Y3: Porcentaje de mortalidad	Cuantitativa	De Razón	Número de embriones muertos del total de huevos incubables	Datos registrados y Cálculo simple
		Y4: Porcentaje de pavitos descartados	Cuantitativa	De Razón	Número de pavitos descartados del total de pavitos nacidos	Datos registrados y Cálculo simple

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La presente investigación se realizó con información proveniente de una granja reproductora de pavos, ubicado al sur de Lima de enero a diciembre del año 2019.

Se basó en enfoques de tipo cuantitativo y experimental. Experimental porque las variables de estudio fueron manipuladas para su posterior análisis (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). Para el desarrollo experimental, se tuvo en cuenta la disposición los lotes en el plantel de pavos reproductores y fueron distribuidos según el método de desinfección a utilizar, se registró la información por 3 meses (marzo, abril y mayo del 2019).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Está conformada por el total de pavas ponedoras de la raza British United Turkeys (B.U.T), de la Granja de reproductoras ubicado al sur del Perú.

3.2.2 Muestra

Se tuvo como muestra el Plantel PV-10, el cual se encuentra dividido en 8 galpones, distribuidos en 14 corrales. A su vez, estos pertenecen a uno de los lotes 207 y 208:

Lote 207	Lote 207	Lote 207	Lote 208		Lote 208	Lote 208	Lote 208
Corral 2	Corral 4	Corral 6	Corral 8	GALPON PARA MACHOS	Corral 10	Corral 12	Corral 14
Lote 207	Lote 207	Lote 207	Lote 207		Lote 208	Lote 208	Lote 208
Corral 1	Corral 3	Corral 5	Corral 7		Corral 9	Corral 11	Corral 13
Galpon 1	Galpon 2	Galpon 3	Galpon 4	Galpon 5	Galpon 6	Galpon 7	Galpon 8

Las pavas, al momento de la colección de datos y aplicación de los métodos de desinfección tenían entre 51 a 57 semanas de edad y se encontraban aproximadamente entre la semana 21 a 27 de postura.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de información, se tuvo en cuenta los registros establecidos en la granja, en función de las actividades realizadas:

3.3.1 Actividades para el método de desinfección mediante fumigación en cabina con formaldehído en gas – paraformaldehído (T1) se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- a. Se colectó y separó los huevos sucios de nido y piso.
- b. Los huevos de piso limpios recogidos en la madrugada entre 4 a 5.30 am con dos asteriscos (**) y los recogidos entre 5.30 am hasta las 7 pm (*), la desinfección fue vía gas.
- c. Se retiraron los huevos NO aptos de nido y piso antes de ingresar a la cabina de desinfección.
- d. Se colocaron SÓLO los huevos limpios de nido y piso dentro de la cabina.
- e. Se colocó los Equipos de Protección Personal (EPP).
- f. Se colectó el paraformaldehído a dosis de 8 gr/m³ en la cocinilla por 20 minutos y luego a ventilar.
- g. Se aseguró el tiempo de desinfección con el uso de timers operativos, que se activaron al iniciar la desinfección de cabina.
- h. Luego se siguió con la selección y enjabado con la identificación necesaria.

3.3.2 Actividades para el método de desinfección mediante desinfectante líquido (T2) a base de glutaraldehído + amonio cuaternario, con esponja para huevos de nido y piso:

- a. Se desinfectaron los huevos con la ayuda de una esponja en solución desinfectante cuya composición es de glutaraldehído y amonio cuaternario (3ml/litro de agua) a una temperatura de ambiente.
- b. Se contó con 2 esponjas por seleccionador.

- c. El cambio entre esponjas se realizó cada 10 huevos.
- d. Se extendieron las bandejas con huevos para su secado.
- e. Luego de realizado la desinfección, se procedió a la identificación, trazabilidad y carga en Planta de Incubación (PI) para seguimiento:
- f. En PI se realizó la separación de la prueba y el control considerando en las máquinas incubadoras y necedoras para una evaluación de los parámetros productivos de manera separada.
- g. Se realizó el análisis de mortalidad embrionaria de prueba y control.

3.3.3 Para el seguimiento de los parámetros en Planta Incubación:

- a. Se identificaron las cantidades enviadas.
- b. Se incubaron los huevos de pavo de lote B.U.T en la maquina N°12, prueba (T1) y control (T2).
- c. Se realizó seguimiento al % nacimiento de primera, % huevos bomba, % de huevos contaminados, de la prueba y el testigo en el formato FQPIN033 (verificación para la embriodiagnosic de huevos no eclosionados).

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

3.4.1 Codificación: Se ordenó y clasificó los datos registrados en campo, en función a las variables consideradas.

3.4.2 Análisis estadístico de datos:

- El estudio se llevó a cabo aplicando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 7 x 2. Los factores fueron siete niveles de edad a la postura (51,52,53,54,55,56 y 57 semanas) y dos niveles de desinfección (gas, líquido).
- Los datos registrados en Excel, fueron analizados mediante el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) utilizando el Software SAS, versión 9.3. Los datos cumplieron las asunciones para realizar un análisis de variancia y se determinó la significancia estadística, las medias fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

- El modelo aditivo lineal matemático es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \theta_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2$ bloque

$j = 1, 2$ niveles del factor β (método de desinfección)

$k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ niveles del factor α (edad en semanas a la postura)

Y_{ijk} = Es el i -ésimo lote, j -ésimo nivel de edad a la postura y el k -ésimo nivel de método de desinfección.

μ = Es la media poblacional de la variable respuesta.

θ_i = Es el efecto del i -ésimo bloque (N° lote).

α_j = Es el efecto del k -ésimo nivel del factor α (método de desinfección).

β_k = Es el efecto del j -ésimo nivel del factor β (edad en semanas a la postura).

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción entre los niveles de método de desinfección y edad en semanas a la postura.

ε_{ijk} = Es el error experimental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados para las variables de estudio, Métodos de desinfección de huevos incubables y eficiencia reproductiva en una granja reproductora de pavos. Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para cada una de las variables. La Tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de las variables dependientes por factor evaluado en el modelo. Según el lote evaluado (N°207 y N°208) no se observaron diferencias significativas en ninguno de los parámetros de incubación.

Teniendo en cuenta el método de desinfección, no se encontraron diferencias significativas para los parámetros de % de incubación, % de nacimientos y % de mortalidad. Sin embargo, para el % de descarte, el promedio del método de desinfección por gas (T1) fue menor, comparado al método de desinfección por líquido (T2).

Existe una reducción en el porcentaje de incubabilidad entre las 51 y 57 semanas de edad con 90.8% y 88.4%, respectivamente ($p < 0.05$). La misma tendencia se aprecia para el porcentaje de descarte con un promedio de 4.6% a las 51 semanas y 2.7% a las 57 semanas ($p < 0.05$). Para el porcentaje de mortalidad, existe un aumento, pasando de 8.8% a 11.1% ($p < 0.05$). Sin embargo, para el porcentaje de nacimientos, no se encontraron diferencias significativas según la edad de postura.

Tabla 2.

Estadísticos descriptivos de los parámetros de incubación.

Factor	Niveles	N	Parámetros de Incubación											
			% Incubabilidad			% Nacimientos			%Mortalidad			%Descarte		
			Promedio	±	D.S	Promedio	±	D.S	Promedio	±	D.S	Promedio	±	D.S
Lote	207	14	90,4	±	1,24a	83,3	±	1,19a	9,2	±	1,14a	3,5	±	1,15a
	208	14	89,9	±	1,35a	83,1	±	1,36a	9,7	±	1,27a	3,3	±	0,91a
Método de desinfección	Gas (T1)	14	89,8	±	1,18a	83,2	±	1,24a	9,7	±	1,11a	3,0	±	0,52a
	Líquido (T2)	14	90,5	±	1,38a	83,2	±	1,32a	9,2	±	1,28a	3,8	±	1,25b
Edad a la Postura	51	4	90,8	±	1,91a	82,9	±	0,88a	8,8	±	1,78a	4,6	±	1,93a
	52	4	90,1	±	1,65ab	82,9	±	1,89a	9,4	±	1,55ab	3,4	±	1,07ab
	53	4	90,8	±	0,63a	84,3	±	0,62a	8,8	±	0,58a	3,3	±	0,71ab
	54	4	91,3	±	0,49a	84,4	±	1,00a	8,4	±	0,47a	3,7	±	0,76ab
	55	4	89,9	±	0,77ab	83,6	±	0,96a	9,7	±	0,74ab	3,1	±	0,58ab
	56	4	89,6	±	0,43ab	82,3	±	0,14a	9,9	±	0,46ab	3,0	±	0,12ab
	57	4	88,4	±	0,18b	81,9	±	0,13a	11,1	±	0,23b	2,7	±	0,41b

Nota. Desviación estándar (D.S), letras diferentes (a, b) entre filas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2 Contrastación de hipótesis

4.2.1. Planteamiento de hipótesis general

H0: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación.

H1: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos si tienen influencia sobre los parámetros de fertilidad reportados en una planta de incubación.

a. Demostración de la hipótesis: Utilizamos el siguiente criterio: Si la significancia asintótica (p) es $>$ al nivel de significancia (0.05), se acepta la H_0 . Si el valor de $p < 0.05$ se acepta H_1 .

b. Aplicamos PROC GLM en SAS v9.3: Según el ANOVA realizado y los resultados obtenidos (Tabla 2), se puede apreciar que el método de desinfección no tiene influencia sobre los parámetros de fertilidad, excepto para el porcentaje de pavitos descartados.

A continuación, se detalla cada una de las contrastaciones de hipótesis específicas de la investigación:

4.2.2. Planteamiento de hipótesis específica 1

H0: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de incubabilidad reportado en una planta de incubación.

H1: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos si tienen influencia sobre el porcentaje de incubabilidad reportado en una planta de incubación.

a. Demostración de la hipótesis: Utilizamos el siguiente criterio: Si la significancia asintótica (p) es $>$ al nivel de significancia (0.05), se acepta la H_0 . Si el valor de $p < 0.05$ se acepta H_1 .

b. Aplicamos PROC GLM en SAS v9.3: Se aplicó el ANOVA para la variable % de incubabilidad.

Tabla 3.*Análisis de Varianza para el porcentaje de incubabilidad*

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Significancia
Efecto bloque	1	1.800	1.800	2.4	0.146 (n.s)
Efecto Método de desinfección (A)	1	2.593	2.593	3.45	0.086 (n.s)
Efecto Edad de postura (B)	6	21.898	3.650	4.86	0.008 (*)
A*B	6	9.337	1.556	2.07	0.128 (n.s)
Error	13	9.767	0.751		
Total	27	45.395			

(*) = Diferencias significativas
n.s = No significativo
R² = 0.78
Coefficiente de Variación = 0.96%

Nota. Grados de Libertad (GL).

c. Interpretación: Como se observa en la Tabla 3, la significancia (0.086) es mayor que el nivel de significación (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de incubabilidad reportado en una planta de incubación. Además, este parámetro está mayormente influenciado por la edad a la postura.

4.2.3. Planteamiento de hipótesis específica 2

H0: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de nacimientos reportado en una planta de incubación.

H1: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos sí tienen influencia sobre el porcentaje de nacimientos reportado en una planta de incubación.

a. Demostración de la hipótesis: Utilizamos el siguiente criterio: Si la significancia asintótica (p) es $>$ al nivel de significancia (0.05), se acepta la H0. Si el valor de $p < 0.05$ se acepta H1.

b. Aplicamos PROC GLM en SAS v9.3: Se aplicó el ANOVA para la variable % de nacimientos.

Tabla 4.

Análisis de Varianza para el porcentaje de nacimientos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Significancia
Efecto bloque	1	0.438	0.438	0.36	0.557(n.s)
Efecto Método de desinfección (A)	1	0.040	0.040	0.03	0.858(n.s)
Efecto Edad de postura (B)	6	22.730	3.788	3.15	0.039(*)
A*B	6	3.927	0.654	0.54	0.766(n.s)
Error	13	15.632	1.202		
Total	27	42.766			

(*) = Diferencias significativas
n.s = No significativo
 $R^2 = 0.63$
Coefficiente de Variación = 1.3%

Nota. Grados de Libertad (GL).

c. Interpretación: Como se observa en la Tabla 4, la significancia (0.0858) es mayor que el nivel de significación (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de nacimientos reportado en una planta de incubación. Además, este parámetro está mayormente influenciado por la edad a la postura.

4.2.4. Planteamiento de hipótesis específica 3

H0: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de mortalidad reportado en una planta de incubación.

H1: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos si tienen influencia sobre el porcentaje de mortalidad reportado en una planta de incubación.

a. Demostración de la hipótesis: Utilizamos el siguiente criterio: Si la significancia asintótica (p) es > al nivel de significancia (0.05), se acepta la H0. Si el valor de $p < 0.05$ se acepta H1.

b. Aplicamos PROC GLM en SAS v9.3: Se aplicó el ANOVA para la variable % de descarte.

Tabla 5.

Análisis de Varianza para el porcentaje de mortalidad

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Significancia
Efecto bloque	1	1.755	1.755	2.62	0.130(n.s)
Efecto Método de desinfección (A)	1	2.372	2.372	3.54	0.083(n.s)
Efecto Edad de postura (B)	6	18.880	3.147	4.7	0.009 (*)
A*B	6	8.019	1.337	1.99	0.140(n.s)
Error	13	8.711	0.670		
Total	27	39.737			

(*) = Diferencias significativas
n.s = No significativo
 $R^2 = 0.78$
Coeficiente de Variación = 8.7%

Nota. Grados de Libertad (GL).

c. Interpretación: Como se observa en la Tabla 5, la significancia (0.083) es mayor que el nivel de significación (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de descarte reportado en una planta de incubación.

4.2.5. Planteamiento de hipótesis específica 4

H0: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos no tienen influencia sobre el porcentaje de descarte reportado en una planta de incubación.

H1: Los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos sí tienen influencia sobre el porcentaje de descarte reportado en una planta de incubación.

a. Demostración de la hipótesis: Utilizamos el siguiente criterio: Si la significancia asintótica (p) es $>$ al nivel de significancia (0.05), se acepta la H_0 . Si el valor de $p < 0.05$ se acepta H_1 .

b. Aplicamos PROC GLM en SAS v9.3: Se aplicó el ANOVA para la variable % de descarte.

Tabla 6.

Análisis de Varianza para el porcentaje de descarte

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Significancia
Efecto bloque	1	0.192	0.192	0.46	0.509(n.s)
Efecto Método de desinfección (A)	1	4.243	4.243	10.19	0.007 (*)
Efecto Edad de postura (B)	6	8.709	1.452	3.48	0.028(*)
A*B	6	9.562	1.594	3.83	0.020(*)
Error	13	5.416	0.417		
Total	27	28.122			

(*) = Diferencias significativas
n.s = No significativo
 $R^2 = 0.80$
Coefficiente de Variación = 18.9%

Nota. Grados de Libertad (GL).

c. Interpretación: Como se observa en la Tabla 6, la significancia (0.007) es menor que el nivel de significación (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, los métodos de desinfección de huevos en una granja reproductora de pavos si tienen influencia sobre el porcentaje de descarte reportado en una planta de incubación.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos en esta investigación con estudios similares, destacando aspectos de similitud o diferencia con los antecedentes y fuentes teóricas citadas en este trabajo.

Los resultados obtenidos en esta investigación conducen en términos generales a establecer que los parámetros de la planta de incubación (% de incubabilidad, % de nacimientos y % mortalidad) no fueron afectados por el método de desinfección. Resultados similares reportaron Melo et al. (2019), donde compararon 6 métodos de desinfección, entre ellos con gas formaldehído ($5,03 \text{ g/m}^3$), sin encontrar diferencias significativas en los parámetros medidos, como la calidad de los huevos, los resultados de la incubación y los recuentos microbiológicos del saco vitelino.

Por el contrario, los resultados muestran que los parámetros de incubación se ven afectados principalmente por la edad de postura. Resultados similares fueron reportados por Vázquez et al (2006), donde las reproductoras de mayor edad tuvieron porcentajes menores de incubabilidad, pero produjeron pollitos de mayor peso y viabilidad. Otro autor, Vidal (2015) demostró que la edad de la postura influyó significativamente en la incubabilidad de los huevos en pavos, durante los años 2012, 2013 y 2014, causada por el aumento de los huevos claros en el pase, los embriones muertos, los no nacidos, así como una disminución de los huevos pasados a las nacedoras. El autor reportó una correlación negativa de -0.95 ($p < 0.001$) para edad a la postura y porcentaje de huevos incubables (huevos a nacedora) y 0.62 ($p < 0.001$) para edad a la postura y mortalidad embrionaria.

Debido a que la calidad de la cáscara no es constante durante todo el período de puesta, la fumigación puede tener diferentes efectos en los embriones obtenidos de parvadas de diferentes edades. Según Cadirci (2009) y Vázquez (2018) conforme aumenta la edad de las reproductoras, la calidad de la cáscara se deteriora, esto debido a que, con

la edad, el tamaño del huevo aumenta (las reproductoras más viejas ponen huevos más grandes comparado a las más jóvenes y tienen una superficie específica menor).

Cadirci (2009) señaló en su propia investigación de 1997 que, los huevos más pequeños absorben una cantidad relativamente mayor de fumigante que los huevos más grandes, es decir están más expuestos a una dosis más alta de fumigante cuando el gas penetra la cáscara. Por otro lado, la cutícula es más delgada en los huevos de los reproductores más jóvenes. En la fumigación, la cutícula más gruesa de los huevos de reproductoras más viejas, absorbe más fumigante, lo que restringe la cantidad de formaldehído que penetra en la cáscara, reduciendo su eficacia.

Según Johnson (2018), la viabilidad embrionaria está potencialmente correlacionada con la edad de la parvada. Asimismo, indica que algunas investigaciones observaron una mortalidad significativamente mayor de embriones provenientes de una parvada de reproductoras de pollos de engorde de 26 semanas frente a las de 36 semanas. Otros estudios, observaron una pérdida de embriones expuestos al formaldehído en gallinas mayores de 55 semanas, que, en gallinas más jóvenes de 35 semanas. Esto puede deberse a niveles potencialmente bajos de calcio dentro de la cáscara del huevo y el metabolismo de las aves para procesarlo, lo que resulta en algunas deformidades (Vásquez, 2018).

Asensio (2014) indica que conforme avanza la edad de las aves la calidad de la cáscara se reduce y se vuelve más frágil y porosa, los cuales son más susceptibles a contaminarse y a explotar, ocasionando una reducción de la calidad de los pollitos. Por otro lado, a medida que el cascarón es más delgado, la humedad se mueve más libremente a través de él, resultando en un aumento en la evaporación del contenido del huevo, con lo que se producen pollitos pequeños y más propensos a la deshidratación, además disminuye la cantidad de calcio disponible para la formación del sistema óseo del pollito, resultando un pollito de mala calidad Vásquez (2018).

A diferencia del aumento del porcentaje de mortalidad, se observa una disminución en el descarte de pavitos nacidos conforme avanza la edad de la reproductora. Tal como lo menciona Bruzual et al. (2000), el peso del pollito está muy influenciado por el peso del huevo del que nace. Es su investigación, Vásquez et al.

(2006) observaron diferencias significativas para los pesos de huevos fértiles y pesos de los pollitos recién nacidos conforme avanza la edad de las reproductoras. Las reproductoras de mayor edad, produjeron huevos más grandes, por ende, polluelos más pesados y de mayor viabilidad. Esto podría explicar por qué disminuye el porcentaje de pavitos descartados en pavas de mayor edad.

5.1.1 Porcentaje de Incubabilidad

El porcentaje de incubabilidad de 89.8% para T1 y 90.5% para T2, no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Estos resultados son mejores comparados a lo reportado por Guillermo (2005), con valores de incubabilidad de 74.69% para formaldehído y 80.68% para paraformaldehído como métodos de desinfección de camas de los nidos.

Por otro lado, resultados similares fueron reportados por Copur et al. (2011), al comparar el uso de alicina (extracto de ajo) con gas formaldehído, no encontró diferencias significativas. Sin embargo, se observó un mejor porcentaje de incubabilidad (90.8%) comparado a los demás tratamientos en reproductoras de pollos de engorde. Asimismo, Badran et al. (2018) reportó mejores resultados con 95% ($p < 0.05$) de incubabilidad al usar la desinfección por gas formaldehído comparado a los métodos de desinfección por spray con peróxido de hidrógeno, y otro usando un producto que contenía glutaraldehído, obtuvieron menos del 93% de incubabilidad.

Oliveira et al. (2020) obtuvo 96% de incubabilidad al usar paraformaldehído superando a la desinfección a través del rociado con aceite de clavo y extracto de propóleo.

5.1.2 Porcentaje de Nacimientos

El método de desinfección no tuvo efecto significativo sobre el porcentaje de nacimientos, ya que se obtuvo 83.23% y 83.15% de nacimientos para T1 y T2, respectivamente. Estos resultados son mejores comparados a lo obtenido por Guillermo (2005) con 81.3% de nacimientos para el tratamiento de paraformaldehído comparado al formaldehído.

Para Tandazo (2012), el mayor porcentaje de pollos nacidos y de desarrollo embrionario se registró con el tratamiento desinfección por gas y como consecuencia, este tratamiento obtuvo la mayor relación beneficio/costo cuando se desinfectaban los huevos fértiles de reproductoras Ross 308, con gas formaldehído.

Por otro lado, Cristancho (2014) reportó valores de 87.9% y 88.7% para el tratamiento con formaldehído gas y un producto a base de glutaraldehído y amonio cuaternario, sin embargo, tampoco se encontró diferencias estadísticas ($p>0.05$).

Banwell (2014) indica que la capacidad de eclosión puede ser afectado negativamente por el formaldehído que permanece en la cáscara del huevo y penetra en él. Los resultados obtenidos se encuentran cercanos al porcentaje de eclosión ideal para la raza B.U.T según Aviagen Turkeys (2020) a las 21 semanas debe ser de 84%.

5.1.3 Porcentaje de Mortalidad

Para este parámetro, en esta investigación no se encontraron diferencias significativas según el método de desinfección ($p>0.05$). Sin embargo, con el T2 se observó un menor promedio en este parámetro (9.2%). Resultados similares fueron obtenidos por Guillermo (2005), con 9.2% de mortalidad para el tratamiento de 8g de paraformaldehído comparado al tratamiento con 10g de formaldehído con 53.7% de mortalidad.

Mejores resultados fueron reportados por Cristancho (2014) al comparar la desinfección de huevos de gallina con gas formaldehído y un producto a base de glutaraldehído y amonio cuaternario. La mortalidad durante la primera semana de incubación entre ambos tratamientos fue alrededor del 4.95% y 4.15%, respectivamente ($p>0.05$) bajando al 1% de mortalidad para la segunda semana hasta la eclosión. Similar a esta investigación, la desinfección con glutaraldehído presentó un menor porcentaje de mortalidad embrionaria.

Lo reportado por Badran et al. (2018) y Oliveira et al. (2020) difieren al de esta investigación, con 2.75% y 2.78% de mortalidad para el tratamiento de desinfección con

paraformaldehído, tanto para mortalidad temprana como tardía, siendo este tratamiento mejor, comparado a la desinfección mediante el rociamiento de otros desinfectantes.

El mayor porcentaje de mortalidad observada en los huevos desinfectados con paraformaldehído (T1) puede deberse a que el gas formaldehído en una etapa temprana, puede penetrar la cáscara del huevo y afectar las proteínas y ácidos nucleico, inhibiendo el desarrollo embrionario, e incluso la presencia de este gas al momento de la eclosión, puede generar mortalidad embrionaria, afectando las vías respiratorias (Hayretdag & Kolankaya, 2008; Cadirci, 2009). Por otro lado, una reducción del grosor de la cáscara de huevo debido a la acción de desinfectantes podría comprometer la resistencia de esta estructura y provocar una mayor incidencia de roturas y/o penetración bacteriana durante la incubación, que podría afectar la viabilidad embrionaria (Clímaco et al. 2018).

Si bien, no se encontraron diferencias significativas para este parámetro entre los métodos de desinfección, la mortalidad obtenida en los T1 y T2 en este trabajo fueron superiores a lo ideal para la raza B.U.T en la semana 21 de postura en adelante (4.2%).

Se debe tener en cuenta que incluso una tasa de mortalidad baja del 1-2% implica un gran número de pollitos o pavitos, con pérdidas finales de millones de euros durante un largo período de hora (Cadirci, 2009). Hybrid (2017), menciona los principales factores que tienen influencia sobre la mortalidad temprana, en la etapa sangre, valores sobre 1,5%, indica que deben revisarse la temperatura, el volteo y la ventilación durante los primeros días. También deben revisarse la desinfección, el transporte y el almacenamiento.

5.1.4 Porcentaje de Descarte

Asimismo, se encontró diferencias significativas según el método de desinfección ($p < 0.05$), el T1 obtuvo 3% de descarte comparado al T2 con 3.8%. Diferentes resultados fueron obtenidos por Guillermo (2005) con 5.1% y 2.5% de pollitos descartados provenientes de huevos desinfectados con formaldehído y paraformaldehído, respectivamente. Por otro lado, en la investigación realizada por Copur et al. (2011), obtuvieron bajos valores de descarte (0.69%) para el tratamiento de paraformaldehído.

Cristancho (2014) indica que posiblemente, el glutaraldehído no tiene efecto residual en el tiempo en la superficie del huevo, ya que en su investigación observaron huevos contaminados al finalizar la incubación. Esto podría explicar una mayor contaminación del huevo y por ende un efecto negativo en el desarrollo del embrión, observándose un mayor porcentaje de pavitos descartados al nacimiento comparado al tratamiento con paraformaldehído.

Según EmTech (2020), muchas empresas buscan una desinfección alternativa en lugar del formaldehído, pero no obtienen, hasta ahora, el resultado deseado, ya que el formaldehído posee una mayor eficiencia para matar los patógenos con un bajo costo financiero.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, no tuvieron influencia sobre el porcentaje de incubabilidad reportados en una planta de incubación.
- Los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, no tuvieron influencia sobre el porcentaje de nacimientos reportados en una planta de incubación.
- Los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, no tuvieron influencia sobre el porcentaje de mortalidad reportado en una planta de incubación.
- Los métodos de desinfección de huevos de una granja reproductora de pavos, si tuvieron influencia sobre el porcentaje de pavitos descartados después de la eclosión, reportados en una planta de incubación.

6.2 Recomendaciones

- Para completar la validez de los resultados obtenidos en esta investigación, se sugiere realizar nuevas repeticiones, para tener mejor criterio, teniendo en cuenta otros factores como dosis de paraformaldehído y tiempo de exposición, recuentos bacterianos previos del huevo después de la puesta, así como del nido, canastillas y poder identificar la etapa crítica de la contaminación del huevo.
- Se sugiere realizar trabajos similares en búsqueda de otras alternativas al uso de paraformaldehído, evaluando la etapa de mayor mortalidad (temprana o tardía) y el rendimiento de los pavitos nacidos.
- La mortalidad reportada en esta investigación fue elevada comparada a lo esperado para la raza B.U.T., se sugiere tener en cuenta los parámetros y actividades antes de la incubación.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

Ariza, D. Y., Martínez, M. P., Martínez, J. J., & Salamanca, J. A. (2014). *Crianza y Comercialización de Pavo con Responsabilidad Social* [Trabajo de Pregrado, Universidad E.A.N de Bogotá]. Repositorio EAN.

<https://repository.ean.edu.co/handle/10882/7069?show=full>

Cristancho, C. D. (2014). *Comparación de tres protocolos de desinfección en huevo fértil, su relación con la disminución en la carga bacteriana y viabilidad del pollo de engorde* [Trabajo de Pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorios Latinoamericanos.

<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1141470>

Guillermo, F. M. (2005). *Comparación de dos productos (formaldehído y paraformaldehído) usados en la desinfección de cama de nidos en granja de aves reproductoras y el efecto de cada uno sobre el porcentaje de incubabilidad* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/4171/>

Johnson, P. (2018). *Evaluation of the Effects of Formaldehyde on Growth Parameters of Broiler Chicks* [Tesis de maestría, University of Arkansas, Fayetteville Estados Unidos].

<https://scholarworks.uark.edu/etd/2769/>

Morales, C. J. (2014). *Comparación de parámetros de incubación de huevos fértiles procedentes de Perú y Brasil* [Trabajo de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio UNALM.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2366>

Tandazo, W. P. (2012). *Influencia en la desinfección de huevos fértiles de gallinas ponedoras pesadas de la línea ross 308 en el proceso de incubación* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio UTEQ.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2508>

Yañez, V. (2011). *Manejo del huevo incubable de pavo* [Trabajo de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México]. Repositorio UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3177/VALENTE%20YA%C3%91EZ%20CORRALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7.2 Fuentes bibliográficas

Cobb Vantress (2013). *Guía de manejo de la Incubadora*. <https://cobb-vantres.com>

Cordero, R.O. (2012). *Módulo resumido Pavos*. Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. <https://repositorio.uned.ac.cr/handle/120809/531>

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México. Editorial Mc Graw Hill.

Hybrid. (2017). *Hoja Informativa: Monitoreo de la Planta de Incubación*. <https://www.hybridturkeys.com>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Oferta nacional de pavo para las fiestas navideñas 2017 y año nuevo 2018*.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Boletín estadístico mensual de la Producción y Comercialización de productos avícolas*. <https://www.siea.minagri.gob.pe>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2019). *Producción y productos avícolas: Especies de aves de corral*. <https://www.fao.org>

7.3 Fuentes hemerográficas

Asdrubali, G., & Franciosini, M. (1994). Profilaxis, La higiene en la granja: empleo de desinfectantes. *Revista de Avicultura*, 63(5), 14-19.

- Badran, A.M.M., Osman, A.M.R., & Yassein, D.M.M. (2018). Comparative study of the effect of some disinfectants on embryonic mortality, hatchability, and some blood components. *Egyptian Poultry Science Journal*, 38(4), 1069-1081.
- Bruzual, J.J., Peak, S. D., Brake, J. & Peebles E. D. (2000). Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. *Poultry Science* 79, 827–830.
- Cadirci, S. (2009). Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation – a review. *Arch.Geflügelk*, 73(2), 116–123.
- Copur, G., Arslan, M., Baylan, M., & Canogullari. S. (2011). Use of Allicin as an Alternative Hatching Egg Disinfectant Versus Formaldehyde Fumigation in Broiler Hatching Eggs. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 25(3), 2494-2498. <https://doi.org/10.5504/BBEQ.2011.0027>
- García, J. (2013). Desinfección de huevo incubable. *Jornadas Profesionales de Avicultura 2013*. Conferencia llevado a cabo en el Laboratorio de Patología de Algete, Facultad de Veterinaria de León. <https://avicultura.com/>
- González, A.D., Aponte, B.J., González, A.J., & Vasquez, F.D. (2018). Procesos de negocio de la cadena de suministro avícola. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(82).
- Gómez y Valero, J., & Valero, J. (2009). Técnicas de incubación. *Aviornis Internacional*, 2009(5), 58-92.
- Hayretdag, S., & Kolankaya, D. (2008). Investigation of the Effects of Pre-Incubation Formaldehyde Fumigation on the Tracheal Epithelium of Chicken Embryos and Chicks. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 32(4), 263-267.
- Hernando, A.A. (1990). Factores que influyen sobre el huevo incubable. *Selecciones Avícolas*, 295-298.

- Lopez, J., & Hergott, T. (2014). Monitoring hatchery performance to ensure turkey poult quality. *International Hatchery Practice*, 28(4), 7-10.
- Maekawa, D., Reyna, P., Alba, M., & Gonzales, E. (2014). Comparación del sistema de incubación de etapa única vs etapa múltiple sobre los parámetros productivos de huevos de reproductoras de carne de tres edades. *Rev Inv Vet Perú*, 25(4), 494-503. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v25i4.10800>
- Melo, E. F., Clímaco, W. L. S., Triginelli, M. V., Vaz, D. P., de Souza, M. R., Baião, N. C. B., Pompeu, M. A., & Lara, L. J. C. (2019). An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs. *Poultry Science* 98:2466–2473. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez022>
- Oliveira, G., dos Santos, V. M., Nascimento, S. T., & Rodrigues, J. C. (2020). Alternative sanitizers to paraformaldehyde for incubation of fertile eggs. *Poultry Science* 99:2001–2006. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.032>
- Ortiz, H., & Cumpa, M. (2016). Causas de mortalidad embrionaria en la incubación natural y artificial de huevos de pata criolla. *Anales Científicos*, 77(1), 69-76. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v77i1.547>
- Rodríguez, E. F. (2005). La desinfección como práctica útil en la lucha contra las infecciones animales. https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo1646.pdf
- Sandoval, A.; Yuño, M.; Bakker, M.L; Rodríguez, E., & Beretta, A. (2005). Aplicación de la embriodiagnosia para evaluar la eficiencia de la planta de incubación de barrilleros en una empresa avícola comercial en la Argentina. *RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 34(2), 75-89.
- Sellier, N., Brillard, J. P., Dupuy, V., & Bakst, M. R. (2006). Comparative Staging of Embryo Development in Chicken, Turkey, Duck, Goose, Guinea Fowl, and Japanese Quail Assessed from Duck, Goose, Guinea Fowl, and Japanese Quail

Assessed from Five Hours After Fertilization Through Seventy-Two Hours of Incubation. *Poultry Science Association, Inc.*, 15:219-228.

Vázquez, J. L., Prado, O. F., García, L. J., & Juárez, M. A. (2006). Edad de la reproductora sobre la incubabilidad y tiempo de nacimiento del pollo de engorda. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*, 10(1): 21-28.

Vidal, A. (2015). *Dinámica de la incubabilidad en huevos de pavos* [V Congreso Internacional de Producción Animal Tropical 2015]. Conferencia del Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/dinamica-incubabilidad-huevos-pavos-t33211.htm>

7.4 Fuentes electrónicas

Abad, J.C. (2019, 25 de enero). *Manejo de la puesta en el suelo en las granjas de reproductoras*. AviNews América Latina. <https://avicultura.info/>

Agraria.pe (2020, 13 de junio). San Fernando: consumo de carne de pavo en Perú alcanza los 1.2 kilos por persona al año. Agencia Agraria de Noticias. <https://bit.ly/2RfKkNJ>

Asensio, X. (2014, 25 de marzo). *La limpieza del huevo para incubar, un factor de calidad para el pollito*. Selecciones Avícolas, 11-14. <http://www.seleccionesavicolas.com>

Aviagen Turkeys (2020). B.U.T. 6 – *Objetivos de rendimiento de la reproductora*. POBRB6/ES Version 5. <https://www.aviagenturkeys.com/es-es/products/b-u-t-6>

Banwell, R. (2014, 07 de marzo). *Fumigación: ¿cómo el formaldehído puede afectar la capacidad de eclosión*. <https://avicultura.info/>

Castelló, J. (2018, diciembre). *El pavo, ampliando el mercado de la carne de ave (I)*. Selecciones avícolas. <http://www.seleccionesavicolas.com>

Castillo, R. (2018, octubre). Perspectivas y desafíos en la producción de pavos en América Latina. Congreso LPN.

Departamento de Ciencias Fisiológicas, Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá (2021). Desinfectantes y Antisépticos. Recuperado de <https://med.javeriana.edu.co/fisiologia/Farmacoweb.htm>

EmTech (2020, 14 de agosto). *Uso de formaldehído en la fumigación*. EmTech. <https://www.emtech-systems.com/>

García, F. (2015, 20 de julio). *Huevo incubable: Contaminación y consecuencias*. <https://avicultura.info/>

Gestión. (2018, 10 de diciembre del). Minagri: Se ofertarán 2.1 millones de pavos para consumo interno en fiestas navideñas del 2018. *Gestión*. <https://www.gestion.pe>

Huerta, O. F. (2018). *Modo de acción de los desinfectantes*. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/modo-accion-desinfectantes-t42398.htm>

Hybrid (2016). *Desarrollo embrionario en los pavos*. <https://aprenderly.com/doc/1290471/desarrollo-embrionario-en-los-pavos>

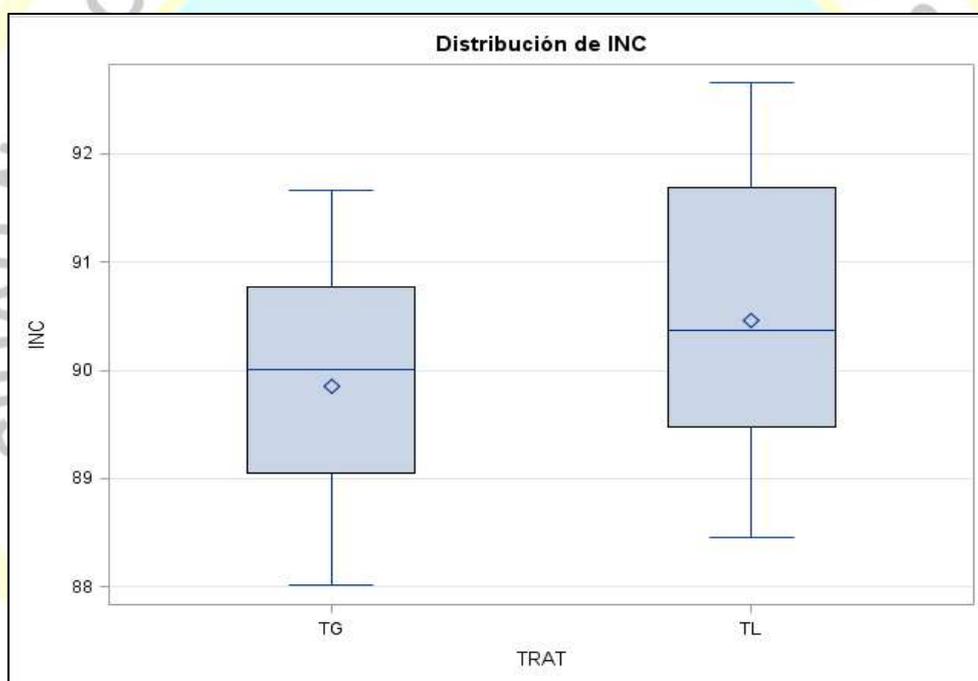
Premex (2018, 14 de mayo). *10 mandamientos de bioseguridad en granjas avícolas*. <https://bit.ly/3wRLpuf>

Vásquez, O. (2018, 24 de mayo). *Factores que afectan la productividad en la planta de Incubación*. <https://bmeditores.mx/>

ANEXOS

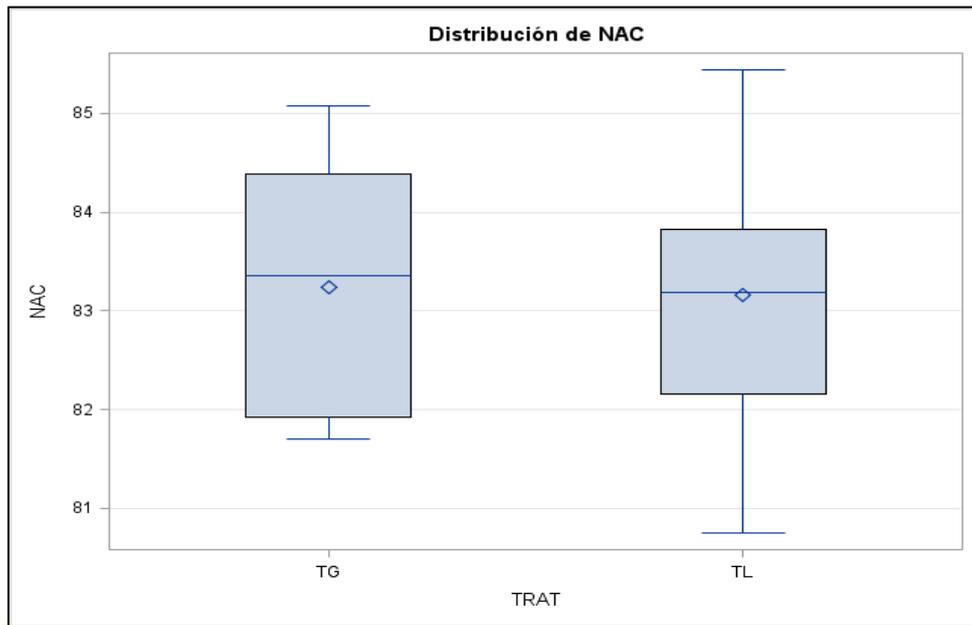
Anexo 1. Prueba de normalidad y distribución de porcentaje de incubabilidad según método de desinfección (TG: Gas paraformaldehído; TL: Líquido, Glutaraldehído + amonio cuaternario).

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.988144	Pr < W	0.9828
Kolmogorov-Smirnov	D	0.096688	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.032798	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.202656	Pr > A-Sq	>0.2500



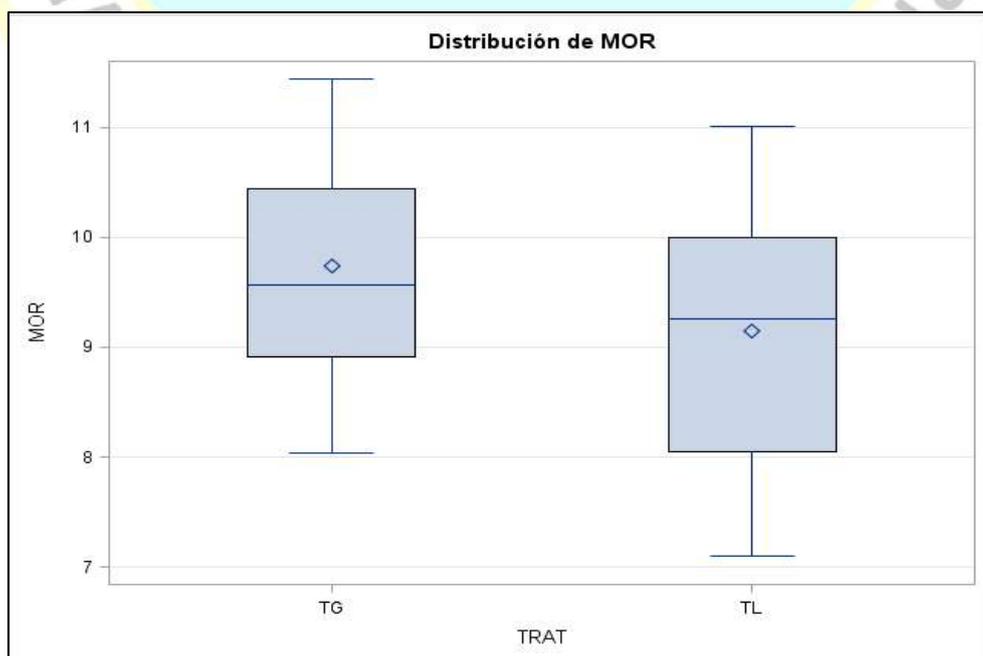
Anexo 2. Prueba de normalidad y distribución de porcentaje de nacimiento según método de desinfección (TG: Gas paraformaldehído; TL: Líquido, Glutaraldehído + amonio cuaternario).

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.988144	Pr < W	0.9828
Kolmogorov-Smirnov	D	0.096688	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.032798	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.202656	Pr > A-Sq	>0.2500



Anexo 3. Distribución de porcentaje de mortalidad según método de desinfección (TG: Gas paraformaldehído; TL: Líquido, Glutaraldehído + amonio cuaternario).

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.978213	Pr < W	0.8057
Kolmogorov-Smirnov	D	0.074788	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.026369	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.181048	Pr > A-Sq	>0.2500



Anexo 4. Prueba de normalidad y distribución de porcentaje de pavitos descartados según método de desinfección (TG: Gas paraformaldehído; TL: Líquido, Glutaraldehído + amonio cuaternario).

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.978213	Pr < W	0.8057
Kolmogorov-Smirnov	D	0.074788	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.026369	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.181048	Pr > A-Sq	>0.2500

