



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: PECUARIA**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE ECLOSIÓN DE POLLOS BB  
COBB 500 Y EL DESARROLLO DE ÓRGANOS CON  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

**AUTORES:**

**JAVIER ORLANDO GARCÍA VERA  
BRYAN ANDRÉS MOLINA MUÑOZ**

**TUTOR:**

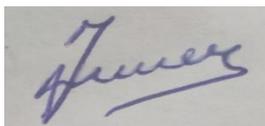
**M.V. VICENTE ALEJANDRO INTRIAGO MUÑOZ, MG**

**CALCETA, NOVIEMBRE DE 2021**

## DERECHOS DE AUTORÍA

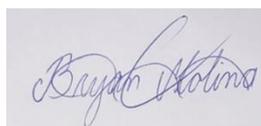
Javier Orlando García Vera y Bryan Andrés Molina Muñoz, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



---

**JAVIER O. GARCÍA VERA**



---

**BRYAN A. MOLINA MUÑOZ**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

M.V. Vicente Alejandro Intriago Muñoz, Mg, certifica haber tutelado el proyecto RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE ECLOSIÓN DE POLLOS BB COBB 500 Y EL DESARROLLO DE ÓRGANOS CON PARÁMETROS PRODUCTIVOS, que ha sido desarrollado por Javier Orlando García Vera y Bryan Andrés Molina Muñoz, previo a la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

M.V. Vicente Alejandro Intriago Muñoz, Mg

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación, RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE ECLOSIÓN DE POLLOS BB COBB 500 Y EL DESARROLLO DE ÓRGANOS CON PARÁMETROS PRODUCTIVOS, sido propuesta, desarrollada y sustentada por Javier Orlando García Vera y Bryan Andrés Molina Muñoz, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

M.V. MARÍA K. LOPEZ  
RAUSCHENBERG, MG  
**MIEMBRO**

---

M.V. CARLOS A. LEGTON RIVERA,  
MG  
**MIEMBRO**

---

DR. DERLYS MENDIETA CHICA MG.  
**PRESIDENTE**

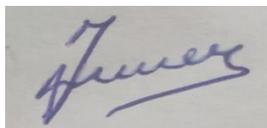
## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo investigativo lo expreso principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza, quien, con su bendición, llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por confiar, abrirme las puertas y permitirme realizar todos los procesos investigativos durante la carrera dentro de su establecimiento educativo.

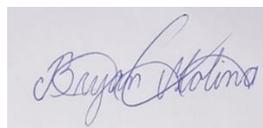
De igual manera, mis agradecimientos a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.



---

**JAVIER O. GARCÍA VERA**



---

**BRYAN A. MOLINA MUÑOZ**

## DEDICATORIA

A mis padres, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, que, durante todo este proceso, estuvieron conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.



---

**JAVIER O. GARCÍA VERA**



---

**BRYAN A. MOLINA MUÑOZ**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHO DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS .....	x
RESUMEN .....	xi
PALABRAS CLAVES .....	xi
ABSTRACT.....	xii
KEY WORDS .....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Hipótesis .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Incubación de pollos.....	5
2.1.1. Transferencia de calor al huevo.....	5
2.1.1.1. Conducción.....	6
2.1.1.2. Convección.....	6
2.1.1.3. Radiación.....	7
2.1.1.4. Evaporación.....	8
2.1.2. Transferencia de agua al huevo .....	8
2.1.3. Intercambios de O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> en huevos .....	10
2.2. Giro del huevo, posición del huevo y ventilación .....	10
2.3. Condiciones físicas de la incubación .....	12
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	18
3.1. Ubicación.....	18
3.2. Duración del trabajo.....	18

3.3. Factor en estudio.....	19
3.4. Tratamientos .....	19
3.5. Diseño experimental.....	19
3.6. Unidad experimental.....	19
3.7. Variables de estudio .....	20
3.7.1. Variable independiente.....	20
3.7.2. Variable dependiente.....	20
3.7.2.1. Desarrollo estructural de órganos en pollos BB COBB-500 .....	20
3.7.2.2. Calidad de parámetros productivos en pollos BB COBB-500.....	20
3.8. Análisis estadístico .....	20
3.9. Procedimientos.....	22
3.9.1. Fase I. Efecto del tiempo de eclosión (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) en el peso de órganos en pollos BB COBB-500 durante la edad biológica .....	22
3.9.1.1. Acondicionamiento de las variables de los huevos.....	22
3.9.1.2. Incubación de huevos y eclosión de los pollos BB COBB-500. ....	22
3.9.1.3. Experimentación en parámetros de calidad inicial de pollos BB COBB-500 durante la edad biológica.....	23
3.9.1.4. Análisis en parámetros de calidad inicial de pollos BB COBB-500 durante la edad biológica.....	23
3.9.2. Fase II. Efecto del tiempo eclosión (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) en los parámetros productivos de pollos BB COBB-500 durante la edad normal de crianza .....	24
3.9.2.1. Experimentación en parámetros productivos de pollos BB COBB-500 durante la edad normal de crianza.....	24
3.9.2.1.1. Ganancia de peso .....	24
3.9.2.1.2. Tasa de conversión alimenticia.....	24
3.9.2.1.3. Mortalidad.....	25
3.9.2.2. Análisis en parámetros de calidad inicial de pollos BB COBB-500 durante la edad normal de crianza .....	25
3.9.3. Fase III. Valorar la relación costo/beneficio de los tratamientos en estudio.....	26
3.9.3.1. Análisis económico .....	26
3.9.3.2. Aplicación del TIR y VAN.....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27

4.1. Fase I. Efecto del tiempo de eclosión (503h; 504-509h) en el peso de órganos en pollos BB COBB-500 durante la edad biológica .....	27
4.1.1. Experimentación en parámetros de calidad de pollos BB COBB-500 durante la edad biológica.....	27
4.2. Fase II. Efecto del tiempo eclosión (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) en los parámetros productivos de pollos BB COBB-500 durante la edad normal de crianza .....	29
4.2.1. Experimentación en parámetros productivos de pollos BB COBB-500 durante la edad normal de crianza.....	29
4.2.1.1. Peso corporal de los pollos .....	29
4.2.1.2. Ganancia de peso.....	30
4.2.1.3. Consumo de alimento acumulado.....	31
4.2.1.4. Conversión alimenticia.....	32
4.2.1.5. Mortalidad.....	34
4.3. Fase III. Valoración de la relación costo/beneficio de los tratamientos en estudio.....	35
4.3.1. Análisis económico.....	35
4.3.2. Aplicación del TIR y VAN.....	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
5.1. Conclusiones.....	37
5.2. Recomendaciones.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXOS.....	44

## CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS

### CUADROS

<b>Cuadro 4.1.</b> Peso de los órganos de los pollos COBB 500 durante la edad biológica de experimentación. ....	27
<b>Cuadro 4.2.</b> Peso corporal (g) de pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación. ....	29
<b>Cuadro 4.3.</b> Ganancia de peso (g) de pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación. ....	31
<b>Cuadro 4.4.</b> Consumo de alimento acumulado (g) en pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación. ....	32
<b>Cuadro 4. 5.</b> Conversión alimenticia de pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación. ....	33
<b>Cuadro 4.6.</b> Estimación de egresos, ingresos, ganancia y costo-beneficio de los tratamientos para la producción de pollos BB COBB 500 en diferentes tiempos de nacimiento. ....	35
<b>Cuadro 4.7.</b> TIR y VAN aplicado a los tratamientos para la producción de pollos BB COBB 500 en diferentes tiempos de nacimiento. ....	36

### GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1.</b> Mortalidad de pollos COBB 500 en función de los tratamientos analizados. ....	34
---	----

## RESUMEN

La investigación consistió en relacionar el tiempo de eclosión con el desarrollo estructural de órganos y con parámetros productivos en pollos BB COBB–500. Se validó mediante el método experimental, técnicas de observación y análisis de parámetros con valor alfa del 5%, en un total de 400 unidades experimentales, durante 6 semanas. Se desarrolló en tres etapas: 1) efecto del tiempo de eclosión en el peso de órganos durante la edad biológica; 2) efecto del tiempo eclosión en los parámetros productivos durante la edad normal de crianza; y 3) costo/beneficio de los tratamientos y estimación del Tir y Van. No se encontró diferencias significativas del peso del saco vitelino; corazón y estómago, pero sí para el hígado ( $p < 0,03$ ); por lo que el T<sub>1</sub> fue el mejor para el desarrollo de este órgano durante la edad biológica. En la semana 6, el peso corporal osciló desde 2536,2 para T<sub>2</sub> hasta 2745,2g para T<sub>1</sub>; la ganancia de peso desde 584,4 para T<sub>4</sub> hasta 703,4g para T<sub>1</sub>; el consumo de alimento acumulado desde 4207,4 para T<sub>4</sub> hasta 4749,8g; para T<sub>1</sub>. El T<sub>3</sub> superó con alta significancia a los demás tratamientos con la conversión alimenticia entre 1,58–1,73. La mortalidad del T<sub>1</sub> fue la más alta (8%) y T<sub>2</sub> la más baja (3%). Se valoró a T<sub>3</sub> (498–503h) como el más viable económicamente; a pesar de que T<sub>1</sub> (486–491h) presentó un mejor desarrollo de órganos durante la edad biológica e incrementó el nivel de los parámetros productivos durante la edad de crianza.

## PALABRAS CLAVES

Pollos BB COBB 500, peso de órganos, edad biológica del pollo, edad productiva del pollo, nivel de mortalidad.

## ABSTRACT

The research consisted of relating hatching time to organ structural development and production parameters in BB COBB-500 chicks. It was validated using the experimental method, observation techniques and analysis of parameters with an alpha value of 5%, in a total of 400 experimental units, for 6 weeks. It was developed in three stages: 1) effect of hatching time on organ weight during biological age; 2) effect of hatching time on productive parameters during normal rearing age; and 3) cost/benefit of treatments and estimation of Tir and Van. No significant differences were found for yolk sac weight; heart and stomach, but significant differences were found for liver ( $p < 0.03$ ); therefore, T1 was the best for yolk sac development during biological age. At week 6, body weight ranged from 2536.2 for T2 to 2745.2g for T1; weight gain from 584.4 for T4 to 703.4g for T1; cumulative feed intake from 4207.4 for T4 to 4749.8g; for T1. T3 significantly outperformed the other treatments with feed conversion between 1.58-1.73. Mortality of T1 was the highest (8%) and T2 the lowest (3%). T3 (498-503h) was assessed as the most economically viable; although T1 (486-491h) showed better organ development during biological age and increased the level of productive parameters during the rearing age.

## KEY WORDS

BB COBB 500 chicks, organ weight, biological age of the chick, productive age of the chick, mortality level.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Mundialmente, el pollo ocupa el segundo lugar de las carnes más consumidas y se prevé que, en los próximos años, las aves de corral, específicamente el pollo serán las carnes de mayor demanda, como lo afirman Henschion *et al.* (2014); la popularidad de las aves de corral se atribuye a que son una fuente de carne económica y accesible. La facilidad de uso en diferentes alimentos procesados y también su perfil más saludable hacen que el pollo sea la carne preferida en las sociedades modernas (Nollet *et al.*, 2007). Según Veldkamp *et al.* (2002) existen factores bien conocidos, que influyen en el rendimiento de los pollos, como las condiciones nutricionales y ambientales.

En el rendimiento de los pollos también influyen factores poco conocidos, como la edad del reproductor y el almacenamiento de huevos antes de la incubación que pueden afectar la vida embrionaria del pollito y, posteriormente, la calidad del pollito eclosionado y el potencial de crecimiento después de la eclosión (Tona *et al.*, 2004). El período de incubación de los huevos de gallina es de 19 días, y el tiempo de eclosión de 24 a 48 horas, con un promedio total de 21 días aproximadamente (Sandoval *et al.*, 2005). El tiempo de eclosión da lugar a diferencias en la calidad de los pollos en su etapa inicial post eclosión (Tona *et al.*, 2003).

Otros autores estudiaron la interacción de la extensión de la eclosión y el retraso de la alimentación, e introdujeron el concepto de edad biológica (desde el momento preciso de la eclosión), que es más relevante que la edad cronológica (desde el final de la eclosión de todo el lote) para comparar parámetros de calidad en pollos de períodos de eclosión temprano, medio y tardío (Careghi *et al.*, 2005). Además, se ha reportado que la extensión de la eclosión tiene efectos en la tasa de crecimiento relativo y en los niveles plasmáticos hasta el día 7 de la edad biológica.

La extensión de la eclosión no solo afecta al crecimiento en la edad biológica, sino que también tiene una afectación en la calidad del producto final; una vez que el pollo haya desarrollado todas sus fases de crecimiento (Van De Ven *et al.*, 2011). Wang *et al.* (2014) afirman que los pollos que eclosionaron en diferentes momentos tienen diferentes características metabólicas y rendimiento post eclosión (p. ej. la ingesta de alimento y la tasa de crecimiento de las crías tardías son más altas en comparación con las de las crías tempranas, al menos hasta el día 5 de la edad biológica).

Las crías tardías tienen mayores contenidos de glucógeno en el hígado y en el músculo de incubación, y utilizan la yema más rápidamente en comparación con sus contrapartes tempranas. A pesar de que existe información disponible sobre el desempeño de algunos parámetros de calidad en pollos, en diferentes fases después de la eclosión, aún quedan por aclararse más efectos de la extensión del tiempo de eclosión, por ejemplo, peso, mortalidad, probabilidad de ocurrencia de enfermedades, tales como: sacos aéreos contaminados, ronquido, entre otras. De acuerdo a los antecedentes descritos previamente, se expuso la siguiente interrogante:

¿Cómo se relaciona el tiempo de eclosión con el desarrollo estructural de órganos y los parámetros productivos en pollos BB COBB-500?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Al considerar que la Constitución de la República del Ecuador en el artículo 281 señala: “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017), esta investigación prioriza identificar aspectos claves en la producción de pollos para precautelar calidad de los mismos y así alcanzar seguridad alimentaria.

Esta investigación busca determinar ¿cómo el tiempo de eclosión mejora el desarrollo estructural de órganos y parámetros productivos en pollos BB COBB-500 en todas las fases de desarrollo? Por su parte, Baéza *et al.* (2012) afirman que a través de una evaluación de indicadores de calidad en pollos será viable la toma de decisiones importantes para aumentar la productividad del sector avícola; a fin de garantizar el desarrollo económico y optimización de los recursos naturales productivos.

A través de la identificación del tiempo de eclosión asociado a una mejor calidad de pollos BB COBB-500, se puede establecer estándares para un mayor rendimiento del producto final. Por otra parte, es relevante porque contribuirá a reducir impactos ambientales al garantizar que los pollos producidos tendrán una menor huella ecológica (Carrascal y Ebert, 2017). Con base a la investigación planteada, el estudio aportará a la selección de métodos y técnicas científicas para investigaciones posteriores vinculadas a la optimización de procesos productivos del sector avícola.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Relacionar el tiempo de eclosión con el desarrollo estructural de órganos y con los parámetros productivos en pollos BB COBB-500.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar el efecto del tiempo de eclosión (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) en el peso de órganos en pollos BB COBB-500 durante la edad biológica.

Determinar el efecto del tiempo eclosión (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) en los parámetros productivos de pollos BB COBB-500 durante la edad normal de crianza.

Valorar la relación costo/beneficio de los tratamientos en estudio.

### **1.4. HIPÓTESIS**

El tiempo de eclosión (486-491h) mejora el desarrollo estructural de órganos en la edad biológica e incrementa los parámetros productivos en pollos BB COBB-500.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. INCUBACIÓN DE POLLOS**

Desde un punto de vista macroscópico, aunque los entornos externos e interno del huevo parecen estar completamente aislados, la cáscara del huevo participa y permite intercambios entre esos dos entornos. Los giros durante la incubación son esenciales para el éxito del desarrollo embrionario y fetal. Los intercambios físicos entre el huevo y el ambiente externo (huevo y aire de la incubadora) incluyen la transferencia de calor y el intercambio de O<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> y agua (López *et al.*, 2017).

Las características del huevo (tamaño, composición y forma, y el espesor de la cáscara, la porosidad y la conductancia del vapor de agua y el calor), la tasa de metabolismo del embrión y las condiciones de incubación física, así como las condiciones de pre incubación, pueden causar desviaciones respecto de los valores óptimos de estos agentes físicos (González, 2017).

Dichas desviaciones pueden interferir con, o incluso dificultar, el desarrollo en ovo, dando como resultado efectos negativos en la incubación y en la calidad de las crías y su posterior rendimiento, fenotipo y supervivencia. En contraste, las condiciones óptimas de incubación física benefician la incubación del huevo y la calidad del pollito, con posibles beneficios de supervivencia y rendimiento (Jiménez *et al.*, 2015).

#### **2.1.1. TRANSFERENCIA DE CALOR AL HUEVO**

De acuerdo a Rodríguez *et al.* (2018) la transferencia de calor ocurre cuando hay una diferencia de temperatura entre dos regiones o medios, y siempre en el gradiente térmico. Los huevos presentan cuatro mecanismos para la transferencia de calor: conducción, radiación, convección y evaporación. Sin embargo, los huevos ganan o pierden calor solo cuando hay una diferencia de temperatura entre el medio ambiente y la cáscara del huevo, y esto está influenciado por varios factores asociados con la calidad del huevo (edad del reproductor, tamaño,

composición y forma del huevo, y características de la cáscara del huevo), agua pérdida y condiciones de incubación.

#### **2.1.1.1. CONDUCCIÓN**

La transferencia de calor por conducción ocurre entre regiones o medios que están en contacto entre sí, desde las regiones más cálidas hasta las más frías. La velocidad de transferencia de calor por conducción depende de la diferencia de temperatura y la conductividad térmica de las regiones involucradas. Por lo tanto, en el huevo, el calor se transfiere por conducción desde el embrión a la cáscara del huevo, siempre que sus temperaturas sean diferentes, así como a la capa de aire en contacto directo con la cáscara del huevo (Sánchez y Chalen 2018).

Los huevos ganan o pierden calor cuando la temperatura del aire es más cálida o más fría que la cáscara del huevo, respectivamente. Sin embargo, la transferencia de calor por conducción dentro de los huevos es más rápida que la de los huevos al aire, porque el agua presente en los huevos tiene una mayor conductividad térmica en comparación con el aire. Por lo tanto, la conducción solo representa una pequeña porción de la transferencia de calor del huevo al medio ambiente. Esto también significa que la transferencia de calor por conducción entre el embrión y la superficie del huevo depende del contenido de agua del huevo y puede verse influenciada por la pérdida de agua del huevo (Kisboa, 2013).

#### **2.1.1.2. CONVECCIÓN**

La transferencia de calor por convección se refiere a la transferencia de calor por corrientes de aire, y ocurre cuando un cuerpo pierde calor por conducción. Por lo tanto, cuando los huevos pierden calor por conducción al aire circundante, el aire cerca de la cáscara del huevo se calienta y sube, moviendo el aire más frío se mueve cerca de la cáscara del huevo en reemplazo del aire caliente, generando corrientes de convección, que ayudan a eliminar el calor del huevo (Callata *et al.*, 2018).

En este contexto, deben tenerse en cuenta los movimientos del aire a través de la superficie de la cáscara del huevo y el programa de giro del huevo (ángulo de inclinación, velocidad y frecuencia), ya que influyen en la disipación de calor conductivo-convectivo de la cáscara del huevo. Los movimientos más o menos intensos del aire o de los huevos en la incubadora aumentan o disminuyen, respectivamente, la pérdida de calor del huevo por conducción y convección y pueden influir en el desarrollo embrionario y/o fetal y, en consecuencia, la eficiencia de la producción de incubación (Pérez y Sosa, 2013).

La tasa de transferencia de calor por conducción y convección de los huevos al medio ambiente es necesaria para un desarrollo óptimo in-ovo. Sin embargo, esta tasa cambia durante la incubación de acuerdo con las condiciones físicas de incubación, determinadas por la temperatura, la humedad relativa, el movimiento del aire y el giro del huevo, así como las características de la cáscara del huevo, como el área de superficie total, el grosor y la conductividad (Cruz Gutiérrez *et al.*, 2018).

### **2.1.1.3. RADIACIÓN**

De acuerdo a Delgado (2016) la transferencia de calor radiante se produce desde la superficie de un cuerpo cálido mediante la emisión de ondas de calor que se propagan a través del aire. Por otro lado, cuando la energía radiante es absorbida por un cuerpo, se transforma en calor. De acuerdo con este principio termodinámico, la pérdida o ganancia de calor del huevo por radiación depende de la diferencia de temperatura entre la superficie del huevo y las superficies en el ambiente de incubación.

Por lo tanto, la transferencia de calor radiante permite calentar los huevos. Las fuentes de calor radiante utilizadas a lo largo de la historia de la incubación artificial fueron el sol, la quema de carbón, estiércol o gases, electricidad, etc. Sin embargo, la exposición de los huevos a temperaturas ambientales superiores a la temperatura de la cáscara del huevo (temperatura de incubación muy alta) puede aumentar la ganancia de calor conductivo y radiante de los huevos, lo que a su

vez experimenta hipertermia y puede comprometer el desarrollo embrionario y fetal debido a la falta de pérdida de calor compensatoria (Morejón, 2017).

De acuerdo con estos principios, la pérdida de calor radiante ocurre cuando los huevos están expuestos a temperaturas inferiores a la temperatura de la cáscara del huevo. La exposición de los huevos a baja temperatura ambiental causa hipotermia, reduciendo o impidiendo el desarrollo embrionario y fetal, y puede conducir a la muerte tanto embrionaria como fetal (Sedamanos y Alberto, 2015).

#### **2.1.1.4. EVAPORACIÓN**

De acuerdo con las leyes de la termodinámica, la pérdida de calor por evaporación ocurre cuando el agua cambia de líquido a gas, porque esta reacción requiere calor. Además, el flujo de vapor de agua ocurre desde alta presión de vapor o alta humedad hasta baja presión de vapor o baja humedad, respectivamente. Por esta razón, los huevos pierden calor por evaporación por la difusión de moléculas de agua a través de los poros de la cáscara de huevo como resultado de la mayor presión de vapor de agua dentro de los huevos en relación con el exterior (Rahbari *et al.*, 2018).

Esto significa que la pérdida de calor por evaporación está determinada por la conductancia de la cáscara de huevo, que depende del número de poro, el tamaño y la forma de la cáscara de huevo; y en las condiciones físicas de incubación establecidas por la temperatura, la humedad relativa del aire, el movimiento del aire y el giro de los huevos. La pérdida de calor por evaporación del huevo es de 2,26 KJ por gramo de pérdida de agua y provoca el enfriamiento de la cáscara del huevo que es importante para el establecimiento de la pérdida de calor por conducción (Molenaar *et al.*, 2010).

#### **2.1.2. TRANSFERENCIA DE AGUA AL HUEVO**

La difusión del agua es un proceso físico que, de acuerdo a las leyes de Fick, constituye el movimiento de las moléculas de agua hacia abajo de un gradiente de concentración. El flujo de difusión es dada por el gradiente de concentración y por

la temperatura: cuanto mayor sea el gradiente y la temperatura, más rápida será la difusión del agua. Los huevos pierden agua por difusión a través de la cáscara como resultado de la diferencia de presión del agua entre el interior y el exterior del huevo, según lo determina la temperatura y humedad relativa de ambos lados (Llave *et al.*, 2018).

Deeming (2002) establece que la pérdida de agua del huevo depende de la porosidad de la cáscara, dada por el número de poros, diámetro, longitud y forma. Por lo tanto, es más alto en los huevos colocados en reproductoras mayores o en huevos más grandes de una misma edad de reproductor incubados a altas temperaturas y / o bajos niveles de humedad relativa. Aunque la velocidad del aire en la superficie del huevo no tiene un efecto directo sobre la pérdida de agua, como se mencionó anteriormente en esta revisión, permite la disipación continua de calor conductivo-convectivo y, por lo tanto, influye indirectamente en la pérdida de agua del huevo.

El contenido de agua del huevo es una cantidad finita de agua depositada en la yema y en la albúmina durante la foliculogénesis ovárica y la producción de huevo en el oviducto lateral de las aves. El contenido de agua del huevo corresponde a poco más del 70% de su peso inicial (74,3% en pollos, 71,8% en gallinas de Guinea, 71,9% en pavos, 70,3% en gansos y patos, y 73,4% en codornices (Sgavioli *et al.*, 2015).

Durante la incubación, el contenido de agua del huevo es absorbido por el embrión y el feto de los anexos embrionarios (cavidad amniótica, alantoides, saco vitelino), mientras que una pequeña parte se pierde en el ambiente externo. Además, también se produce agua metabólica dentro de los huevos por el metabolismo de los lípidos del embrión, y particularmente por el metabolismo de los lípidos del feto durante la última semana de incubación, lo que explica 8 a 13% del contenido de agua fetal (Boerjan, 2006).

### **2.1.3. INTERCAMBIOS DE O<sub>2</sub> Y CO<sub>2</sub> EN HUEVOS**

El desarrollo in-ovo requiere que todas las células embrionarias, fetales y anexas embrionarias reciban la energía necesaria para su supervivencia, proliferación, migración y diferenciación. La utilización de la energía exige respiración aeróbica, suministro eficiente de oxígeno y eliminación del dióxido de carbono. La demanda de intercambio de gases aumenta durante la incubación como resultado del aumento de la tasa metabólica del embrión, de acuerdo con sus diferentes etapas de desarrollo, es decir, morfogénesis de embriones, crecimiento fetal y eclosión (Boleli *et al.*, 2016).

Para garantizar un intercambio de gases eficiente durante el desarrollo de in-ovo, se utilizan diferentes superficies. Durante los primeros tres días de incubación, los intercambios de gases se llevan a cabo directamente por las células embrionarias. A medida que se desarrolla el embrión, se forma la cavidad amniótica, lo que hace que la difusión directa de gas desde las células embrionarias sea ineficiente, lo que exige el establecimiento de sistemas de transporte gas (Tsushima y Ohta, 2015).

Desde el tercer día de incubación, con la aparición del sistema circulatorio embrionario y la vascularización de la yema, el intercambio de gases ocurre a través de los vasos vitelinos. La vascularización de la yema continúa a medida que se desarrolla el embrión, lo que aumenta la superficie del intercambio de gases. Sin embargo, el desarrollo fetal requiere un mayor suministro de O<sub>2</sub> que el proporcionado por el intercambio de gas vitelino (Herrera *et al.*, 2013).

## **2.2. GIRO DEL HUEVO, POSICIÓN DEL HUEVO Y VENTILACIÓN**

Los efectos asociados al giro del huevo, la posición del huevo y a la ventilación influyen en varios procesos, incluido el intercambio de gases y la transferencia de calor entre los huevos y el entorno externo, la pérdida de agua del huevo, la adhesión del embrión a las estructuras de membrana extraembrionarias (corion, amnios y alantoides) y disponibilidad de nutrientes. El giro del huevo es un comportamiento natural de las aves durante la incubación y, por lo tanto, esta

práctica se incluyó en el proceso de incubación artificial. El giro del huevo permite la difusión de gases dentro de los huevos y entre los huevos y el ambiente externo (Wilson, 1991).

Es crítico particularmente durante la primera semana de incubación, debido a la larga distancia entre el embrión y la concha, y a la alta densidad de albúmina. Durante este período, el embrión depende de la difusión de gases a través de la cáscara de huevo y la albúmina para obtener O<sub>2</sub> y eliminar CO<sub>2</sub>, porque el embrión se desarrolla en la superficie de la yema y los gases son intercambiados directamente por las células embrionarias. Después de la aparición del sistema circulatorio (~ 36 h de incubación) y la formación de la cavidad amniótica y la vascularización de la yema, los gases se intercambian a través de los vasos de vitelina (Chávez y Enrique, 2019).

La alantoides comienza a sobresalir del cuerpo del embrión alrededor de los días 3-4 de incubación, y continúa creciendo en tamaño, rodeando la cavidad amniótica, donde se desarrolla el feto. A medida que crecen tanto el feto como el alantoides, el alantoides se acerca a la cáscara del huevo, lo que reduce la distancia recorrida por los gases y permite el intercambio de gases a través de los vasos alantoides por difusión a través de los poros de la cáscara del huevo. El intercambio de gases a través de las arterias y venas alantoides comienza en los días 11-12 de incubación (Landauer, 1967).

En los días 13-14 de incubación, la producción de calor metabólico fetal aumenta, y el giro del óvulo ayuda a la circulación del aire en la superficie interna del huevo (membrana externa del cascarón) y la cámara de aire, y permite la pérdida de calor por conducción, convección y evaporación. Sin embargo, el cambio de huevos también es importante para prevenir la deshidratación y el desarrollo incorrecto del embrión. Además, el cambio de huevo mueve nutrientes, facilitando su absorción (Brinsea, 2006).

La frecuencia de giro, el eje de colocación, el ángulo y el plano de rotación influyen en el desarrollo in-ovo, lo que puede afectar la incubabilidad y la calidad del pollito

(Wilson, 1991). Landauer (1967) demostró que las gallinas giran los huevos aproximadamente 96 veces al día durante la incubación natural. Kaltofen y Ubbels (1954) y Kaltofen (1956) demostraron que los huevos girados 24 veces al día (cada hora) presentaron una mayor incubabilidad en comparación con los huevos girados con menos frecuencia.

Wilson (1990) observó que la alta frecuencia de volteo de huevos (96 veces / día o volteo cada 15 minutos) mejora el desarrollo de in-ovo y la incubabilidad. Sin embargo, girar cada 15 minutos es difícil desde el punto de vista operativo y aumenta los costos de mantenimiento del equipo y, por lo tanto, no se aplica en entornos comerciales.

## **2.3. CONDICIONES FÍSICAS DE LA INCUBACIÓN**

### **2.3.1. HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE**

Como se mencionó anteriormente, la pérdida de agua del huevo durante la incubación es esencial para el adecuado desarrollo in-ovo; sin embargo, las pérdidas de agua fuera de un rango normal pueden provocar anomalías en los pollitos o la muerte in ovo. La baja humedad relativa del aire durante la incubación puede causar una pérdida excesiva de agua del huevo, lo que resulta en la deshidratación del embrión y la muerte (Reinhart y Hurnik, 1984) o la eclosión de pollitos pequeños y deshidratados, debido al déficit de líquidos en las cavidades amnióticas y alantoideas, que impiden el desarrollo embrionario y la eclosión (van der Pol *et al.*, 2013).

Sin embargo, las crías con bajo peso corporal, como resultado de la deshidratación de la piel y los músculos, pueden presentar un crecimiento compensatorio entre 7 y 10 después de la eclosión y un desarrollo normal posterior (Davis *et al.*, 1988). Por otro lado, si la humedad relativa del aire es demasiado alta, el período de incubación se acorta y los polluelos están húmedos en la eclosión y puede haber albúmina residual (Tona *et al.*, 2003).

Según Molenaar *et al.* (2010) la humedad relativa del aire (HR) también influye en la pérdida de calor por evaporación del huevo y, en consecuencia, en la temperatura embrionaria o fetal. Como la cantidad de energía requerida para evaporar el agua es de 2,26kJ, los huevos pierden energía de 2,26kJ como calor por gramo de agua evaporada. Por lo tanto, cuanto menor es la humedad relativa dentro de la habitación de la incubadora, mayor es la pérdida de agua por el huevo y, por lo tanto, su pérdida de calor.

Esto indica que los huevos incubados en condiciones de HR bajas o altas pueden requerir diferentes temperaturas de incubación para mantener la misma temperatura del embrión, ya que tanto la humedad relativa como la temperatura de incubación afectan la difusión del vapor de agua a través de la cáscara del huevo (Van der Pol y col *et al.*, 2013) obtuvieron una mayor incubabilidad en huevos de engorde incubados a 55-60% de HR cuando la temperatura de la cáscara del huevo se mantuvo a 37.8°C. A 36°C y 60% de HR son las condiciones óptimas para la incubación de huevos de tinamou (*Rhynchotus rufescens*) de alas rojas Boleli y Aidar (2013).

### **2.3.2. CALIDAD DEL AIRE: CONCENTRACIONES DE O<sub>2</sub> Y CO<sub>2</sub>**

El mantenimiento de las concentraciones adecuadas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en la sala de preparación es esencial para un intercambio de gases eficiente entre los huevos y el ambiente de incubación. Como se mencionó anteriormente, la difusión de O<sub>2</sub> en los huevos y la difusión de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O fuera de los huevos dependen de la presencia de poros en la cáscara del huevo y del gradiente de concentración de gas entre el ambiente interno y externo de los huevos. Además, la velocidad de difusión del gas puede verse influenciada por las características físicas de los huevos (área de superficie, número de poros y geometría) y las condiciones de incubación (Boleli *et al.*, 2016).

De acuerdo a Morita *et al.*, (2009) las áreas de superficie de huevo más grandes, mayor número de poros y diámetro y cáscaras de huevo más delgadas aumentan la tasa de intercambio de gases entre los huevos y el medio ambiente. Esto indica

que los huevos grandes (generalmente puestos por gallinas mayores) presentan un mayor potencial de intercambio de gases que los huevos pequeños (puestos por gallinas jóvenes). La difusión de gases aumenta con el aumento de la temperatura, de acuerdo con los principios de la física. Esto significa que la difusividad del vapor de agua y los gases a través de la cáscara del huevo aumenta a medida que aumenta la temperatura de incubación.

Determinar la concentración óptima de gases para los huevos para incubar no es una tarea fácil, porque se deben considerar todos los factores que afectan la difusión del gas. Además, es esencial tener en cuenta que la tasa de crecimiento embrionario y fetal es diferente entre los huevos grandes y pequeños, y por lo tanto, tienen diferentes tasas metabólicas. Además, los requisitos energéticos crecientes de los embriones a medida que se desarrollan significan que la concentración óptima de gases dentro de la sala de preparación también cambia durante la incubación (Cedeño *et al.*, 2017).

Esto indica que, aunque es posible establecer concentraciones óptimas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> para la incubación de huevos, desde una perspectiva práctica, estas concentraciones solo pueden lograrse en una incubación de una sola etapa. Al establecer las concentraciones de gas óptimas en la sala de preparación necesaria para optimizar el proceso de incubación, se deben considerar los efectos de la hipoxia e hipercapnia en el desarrollo embrionario y fetal (Arnedo, 2015).

### **2.3.3. TEMPERATURA DE INCUBACIÓN**

Meijerhof (2009) afirma que, aunque la interacción entre varios agentes físicos durante la incubación influye en el desarrollo in-ovo, la temperatura tiene la mayor influencia porque puede dificultar, promover o mantener el embrión y el desarrollo del feto, así como determinar su velocidad y duración. Los huevos se someten a diferentes temperaturas desde la recepción de los huevos en la planta de incubación hasta la eclosión. Durante el almacenamiento, la temperatura se reduce para retrasar el desarrollo embrionario. Posteriormente, los huevos se

calientan para reactivar el desarrollo embrionario inmediatamente antes del fraguado.

Durante la incubación natural, los huevos a menudo están expuestos a fluctuaciones de temperatura en el nido, que pueden ser causadas por variaciones de temperatura ambiental o cambios en las gallinas de atención directa a los huevos. Antes del desarrollo completo de la membrana corioalantoidea, alrededor del día 12 de incubación, el embrión responde al gradiente de temperatura entre la región del huevo en contacto con la gallina y la parte del huevo en contacto con el material del nido, dirigiendo el flujo de sangre a las regiones más frías, regulando su temperatura interna (Estrada y Márquez 2005).

Después del desarrollo completo de la membrana corioalantoidea, el embrión puede redistribuir el calor a través de su torrente sanguíneo, lo que permite regular su temperatura dentro de ciertos límites. Tanto la dirección del flujo de calor como la distribución del calor a través del torrente sanguíneo hacen que el embrión sea menos dependiente de las condiciones climáticas alrededor del huevo (Rodríguez, 2017).

Esto muestra que el embrión puede reaccionar a fluctuaciones menores de temperatura dentro del huevo y que intenta regular su temperatura interna dentro de un rango muy estrecho. Con base en estos hallazgos, se llevaron a cabo estudios para evaluar los efectos de la temperatura de incubación sobre la temperatura del embrión, la manipulación térmica durante la incubación y la inyección in-ovo de los nutrientes antiestrés, como la vitamina C, como medio para inducir una posible adaptación térmica de las aves de corral durante la cría o para promover cambios fenotípicos para cumplir objetivos específicos (Sgavioli *et al.*, 2015).

## 2.4. PRUEBA DE TIR Y VAN PARA ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS

Esta prueba consiste en el cálculo de dos variables económicas: el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa interna de rendimiento/retorno (TIR). A continuación, se detalla cada una bajo los criterios de Mete (2014).

### 2.4.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto de un proyecto es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos periódicos y los egresos periódicos. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j} \quad [2.1]$$

**Donde:**

**VAN** = Valor actual neto

**I<sub>0</sub>** = Valor del desembolso inicial de la inversión

**n** = Número de períodos considerado

**FN** = Flujos de caja en cada periodo t

**j** = Costo del capital utilizado

### 2.4.2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO/RETORNO (TIR)

Es otro criterio utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión y financiamiento. Se define como la tasa de descuento que iguala el

valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0 (Rojas y Geovani, 2016).

El argumento básico que respalda a este método es que señala el rendimiento generado por los fondos invertidos en el proyecto en una sola cifra que resume las condiciones y méritos de aquel. Al no depender de las condiciones que prevalecen en el mercado financiero, se la denomina tasa interna de rendimiento: es la cifra interna o intrínseca del proyecto, es decir, mide el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto, y no depende de otra cosa que no sean los flujos de efectivo de aquel.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(I + i)^n} = 0 \quad [2.2]$$

**Donde:**

**TIR** = Tasa interna de rendimiento/retorno

**I** = Valor del desembolso inicial de la inversión

**n** = Número de períodos considerado

**Fn** = Flujos de caja en cada periodo n

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La planta de incubación se encuentra en el campus politécnico, sitio El Limón, junto a la carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (imagen 3.1), ubicado en la cabecera cantonal del cantón Bolívar, de la provincia de Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 00° 50' 39" Latitud Sur, 80° 09' 33" Longitud Oeste y una Altitud de 16,00 msnm. **Fuente:** Estación meteorológica (ESPAM, 2019).



**Imagen 3.1.** Panorama satelital del sitio de estudio  
**Fuente:** Maps, versión 2.0 (2019).

### 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación de campo tuvo una duración de dos meses; inició desde el día 29 de enero hasta el día 20 de marzo de 2021.

### 3.3. FACTOR EN ESTUDIO

Tiempo de eclosión de pollos BB COBB-500, que varían en intervalos de seis horas.

### 3.4. TRATAMIENTOS

Se realizó cuatro tratamientos (cuadro 3.1), que estuvieron constituidos por tiempos de eclosión de los huevos (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h).

**Cuadro 3.1.** Detalle de los cuatro tratamientos con sus respectivos tiempos de eclosión.

Tratamientos	Tiempo de eclosión (h)	Unidades experimentales (N° pollos)
T <sub>1</sub>	486-491	100
T <sub>2</sub>	492-497	100
T <sub>3</sub>	498-503	100
T <sub>4</sub>	504-509	100

Fuente: Los autores

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), posteriormente, se sometió los resultados al Análisis de Varianza (ANOVA de una vía). El modelo matemático del diseño que se utilizó se detalla en la siguiente ecuación:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad [3.1]$$

$y_{ij}$  = Valor estimado

$\mu$  = Valor estimado promedio de todos los individuos

$\tau_i$  = Valor estimado promedio de todos los individuos de cada tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error

### 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó un total de 100 unidades experimentales por tratamiento que fueron distribuidas en cinco repeticiones de 20 unidades observacionales; totalizando 400 huevos/pollos.

### **3.7. VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Tiempo de eclosión de los huevos (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h).

#### **3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

##### **3.7.2.1. DESARROLLO ESTRUCTURAL DE ÓRGANOS EN POLLOS BB COBB-500**

Peso de saco vitelino (g)

Peso de hígado (g),

Peso de corazón (g),

Peso del estómago (g).

##### **3.7.2.2. CALIDAD DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS BB COBB-500**

Peso corporal del pollo (g)

Consumo alimento (g)

Ganancia de peso (kg/día)

Conversión alimenticia (kg/kg)

Mortalidad (%)

Viabilidad (\$)

### **3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos del experimento fueron analizados a través de un ANOVA de una vía que se verificó a través del cumplimiento de los 6 supuestos del modelo:

**Supuesto 1:** Tiene una variable dependiente que se mide a nivel continuo.

**Supuesto 2:** Tiene una variable independiente que consta de dos o más grupos categóricos e independientes.

**Supuesto 3:** Debe tener independencia de las observaciones, lo que significa que no hay relación entre las observaciones en cada grupo de la variable independiente o entre los mismos grupos.

**Supuestos 4:** No debe haber valores atípicos significativos en los resultados.

**Supuestos 5:** La variable dependiente debe estar normalmente distribuida para cada grupo de la variable independiente. Esto se analizará a través de la prueba Shapiro–Wilk.

**Supuestos 6:** Debe tener homogeneidad de varianzas (es decir, la varianza de la variable dependiente es igual o aproximada en cada grupo de la variable independiente).

Se aplicó las pruebas de Tukey y Bonferroni para analizar las diferencias entre grupos, con un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ). Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS por sus siglas en inglés), versión 21.0.

**Cuadro 3.2.** Esquema del análisis de varianza

<b>F. Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	20
Tratamientos	4
Error experimental	16

**Fuente:** Los autores.

### **3.9. PROCEDIMIENTOS**

#### **3.9.1. FASE I. EFECTO DEL TIEMPO DE ECLOSIÓN (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) EN EL PESO DE ÓRGANOS EN POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD BIOLÓGICA**

##### **3.9.1.1. ACONDICIONAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LOS HUEVOS**

El experimento se desarrolló en la Planta de incubación de la ESPAM MFL. Se evaluó un número total de 500 huevos de pollos BB COBB-500, de los cuales 400 formaron parte del experimento y el 20% se asumió como pérdidas o no nacimientos durante la incubación. Los huevos fueron seleccionados con similares características: granja de producción, día de producción, tamaño, peso, transporte, temperatura, lote de producción, entre otros, para bloquear variables externas en el estudio y que la única variable con afectación directa en la calidad de los pollos fuera el tiempo de eclosión.

##### **3.9.1.2. INCUBACIÓN DE HUEVOS Y ECLOSIÓN DE LOS POLLOS BB COBB-500**

Los huevos fueron llevados a la incubadora de etapas múltiples de la ESPAM MFL. Finalizado el tiempo de incubación, los huevos fueron transferidos a la nacedora donde se separó a las unidades experimentales por cada tratamiento, según el tiempo de eclosión: 486, 492, 498 y 504 h, respectivamente.

Basados en la metodología de Almeida *et al.* (2006) se procedió a realizar la separación de los pollitos eclosionados en cuatro intervalos de tiempo. Por ejemplo, para el caso de T<sub>2</sub> (pollitos bb que eclosionen por completo a las 486 h) fueron separados de los que eclosionaron entre 492-504 h. En cada momento de extracción, los pollos fueron retirados y trasladados previo a la eclosión del siguiente tratamiento. El mismo procedimiento se repitió para T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> hasta completar las 100 unidades experimentales. Por lo tanto, las unidades experimentales quedaron separadas de la siguiente manera:

T1: 100 pollos que eclosionen a las 486 h y sean retirados hasta las 491h;

T2: 100 pollos que eclosionen a las 492 h y sean retirados hasta las 497h;

T3: 100 pollos que eclosionen a las 498 h y sean retirados hasta las 503h;

T4: 100 pollos que eclosionen a las 504 h y sean retirados hasta las 509h;

### **3.9.1.3. EXPERIMENTACIÓN EN PARÁMETROS DE CALIDAD INICIAL DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD BIOLÓGICA**

Las aves fueron sometidas al manejo tradicional de pollos de engorde; alimentadas con la misma dieta. El régimen de luz fue continuo, es decir, 24 horas de luz continua. El agua suministrada a través de bebederos instalados en la granja experimental. En el día uno se sacrificó a 5 unidades experimentales por cada tratamiento. A cada unidad se le realizó la medición de los siguientes parámetros de calidad: peso del saco vitelino, hígado, corazón, y estómago (molleja y proventrículos); y peso corporal del pollo (Zhong *et al.*, 2018). Los datos fueron registrados independientemente por día de sacrificio con un código definido, según el tratamiento.

El peso de los órganos y de los animales se realizó mediante una balanza gramera calibrada marca CAMRY, modelo EK3550 y una capacidad máxima de 5000g/11lb. Cada peso se registró de acuerdo al parámetro a medir de la unidad experimental sacrificada. Por cada día de medición, se registró un promedio de los pesos de los diferentes órganos y de animales evaluados (5 en total).

### **3.9.1.4. ANÁLISIS EN PARÁMETROS DE CALIDAD INICIAL DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD BIOLÓGICA**

Se desarrolló un análisis de varianza, y las diferencias entre medias por tratamiento se evaluó a través de una prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) en SPSS versión 21.0, considerando los parámetros: peso del saco vitelino, hígado, corazón, y estómago (molleja y proventrículos); y peso corporal del pollo.

### **3.9.2. FASE II. EFECTO DEL TIEMPO ECLOSIÓN (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD NORMAL DE CRIANZA**

#### **3.9.2.1. EXPERIMENTACIÓN EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD NORMAL DE CRIANZA**

Con el mismo régimen alimenticio y bajo las mismas condiciones, los pollos crecieron y desarrollaron hasta la semana 6. Al finalizar cada semana se realizó las mediciones de los parámetros productivos en las aves en los días 7, 14, 21, 28, 35 y 41 días de edad, de acuerdo a: consumo de alimento, ganancia de peso, tasa de conversión alimenticia y tasa de mortalidad. El total de aves sacrificadas cada semana fue de 10 por cada tratamiento. A continuación, se detallan las ecuaciones por cada parámetro analizado, durante la edad normal de crianza de los pollos.

##### **3.9.2.1.1. GANANCIA DE PESO**

Este parámetro se estimó a partir de la diferencia del peso registrado en el séptimo día (peso inicial) y el peso registrado en el sacrificio (peso final) y la edad del pollo en días (ecuación 3.2). Cada dato se registró por separado; es decir por cada unidad experimental sacrificada.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)} \quad [3.2]$$

##### **3.9.2.1.2. TASA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Este parámetro se refiere a la proporción de alimento que se convierte en carne y es la cifra más difícil de calcular con exactitud, sobre todo si se dispone de un número representativo de unidades experimentales y diferentes lotes de producción. La estimación aproximada se calculó a través de la ecuación 3.3 que indica la referencia de la cantidad de alimento adquirido (kg) en relación con la cifra de peso vivo del pollo (kg).

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Carne producida (kg)}} [3.3]$$

### 3.9.2.1.3. MORTALIDAD

Este parámetro se estimó a partir del registro inicial de aves vivas que ingresaron al experimento en cada tratamiento. Fue normal que las aves más débiles, enfermaran y murieran en el proceso; éste dato se registró en cada lote donde ocurrió la pérdida y se hizo una diferencia con el dato inicial del número de aves vivas que ingresaron al proceso. El resultado de la diferencia se estimó en porcentaje para conocer el nivel de muertes (ecuación 3.4) en cada lote experimental (tratamiento).

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\# \text{ aves muertas}}{\# \text{ aves iniciadas}} * 100 [3.4]$$

### 3.9.2.2. ANÁLISIS EN PARÁMETROS DE CALIDAD INICIAL DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD NORMAL DE CRIANZA

Se realizó gráficos estadísticos de línea de tiempo para representar la evolución del aumento de peso promedio, la tasa de conversión alimenticia y la tasa de mortalidad, en función de cada tratamiento analizado durante las 6 semanas de experimentación. Al igual que en los parámetros de calidad inicial de pollos BB COBB-500 durante la edad biológica, se realizó el análisis de varianza para evaluar la diferencia entre grupos.

### **3.9.3. FASE III. VALORAR LA RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

#### **3.9.3.1. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se utilizó el cálculo del presupuesto parcial para el análisis económico de los tratamientos, en el cual se consideró a los costos variables de cada grupo. Posteriormente, se efectuó un análisis de dominancia, mediante el cual se eliminó a los tratamientos con beneficios menores y/o igual a la de un tratamiento de costo variables más bajos. En la selección de los mejores tratamientos, se consideró una tasa de retorno mínima esperada del 100% para justificar la inversión.

#### **3.9.3.2. APLICACIÓN DEL TIR Y VAN**

Se evaluó el proyecto económicamente a través de la prueba TIR y VAN donde se calculó el Valor Actual Neto (VAN) a través de la ecuación 2.1 y la Tasa Interna de Retorno/Rendimiento (TIR) a través de la ecuación 2.2. Cuando el TIR y VAN son mayores de 0, el proyecto es viable para el tiempo que se consideró el retorno de la inversión (Mete, 2014).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo de eclosión (486-491h) presentó un aumento en el desarrollo estructural de órganos en la edad biológica e incrementó la mayoría de los parámetros productivos en los pollos BB COBB-500; lo que permite aceptar la hipótesis planteada en la investigación.

### 4.1. FASE I. EFECTO DEL TIEMPO DE ECLOSIÓN (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) EN EL PESO DE ÓRGANOS EN POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD BIOLÓGICA

#### 4.1.1. EXPERIMENTACIÓN EN PARÁMETROS DE CALIDAD DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD BIOLÓGICA

Se identificó a T<sub>1</sub> como el tratamiento que permite una mayor ganancia de peso en los cuatro órganos medidos: saco vitelino con 3,15 ± 0,024g; hígado con 0,94 ± 0,015g; corazón con 0,31 ± 0,011g; y estómago con 3,41 ± 0,015g (cuadro 4.1). No se reporta diferencias significativas (<0,05) para el peso del saco vitelino, corazón y estómago en ninguno de los tratamientos debido a que estos órganos, en la edad biológica de los pollos, mantienen un peso muy similar. Esto indica que el tiempo de eclosión no produce un efecto directo sobre estos tres órganos. Solamente en el peso del hígado hubo diferencia significativa (p-valor: 0,036).

**Cuadro 4.1.** Peso de los órganos de los pollos COBB 500 durante la edad biológica de experimentación.

Tratamientos	Parámetros			
	Peso del saco vitelino (g) n.s	Peso del hígado (g) *	Peso del corazón (g) n.s	Peso del estómago (g) n.s
T1	3,15	0,94	0,31	3,41
T2	3,11	0,89	0,30	3,40
T3	3,11	0,90	0,29	3,39
T4	3,14	0,87	0,28	3,38
p-valor	0,379	0,036	0,307	0,517
E.E	0,010	0,008	0,006	0,006
S.D	0,043	0,040	0,026	0,025

**n.s** no significativa. **E.E** Error estándar. **S.D** Desviación estándar.

**Fuente:** Los autores

Los valores registrados para el peso del saco vitelino en este estudio ( $3,11-3,15 \pm 0,010\text{g}$ ) contrastan con los reportados por Coveña e Intriago (2018) quienes en su estudio sobre la “Edad de reproductoras pesadas y su efecto en la ventana de nacimiento y desempeño productivo del pollito BB” encontraron una media de  $3,96 \pm 0,11\text{g}$  para este órgano.

En un estudio similar desarrollado por Zhong *et al.* (2018) sobre los “Efectos de la mezcla de huevos de diferente tiempo de incubación inicial sobre el patrón de eclosión, el desarrollo embrionario del pollito y el rendimiento post-nacimiento” se registró niveles similares para el peso del hígado ( $0,88 \pm 0,04\text{g}$ ), corazón ( $0,27 \pm 0,01\text{g}$ ) y estómago ( $3,86 \pm 0,26\text{g}$ ) de los pollos que tuvieron un período de incubación más rápido. Sin embargo, este mismo estudio reportó que los pollitos que nacieron en un período de incubación lento (es decir, que tardaron más al nacer) presentan un menor peso en los órganos durante la edad biológica; lo que contrasta con los reportes de esta investigación donde no hubo variación significativa en tres de los cuatro órganos analizados.

El  $T_1$  registró diferencia significativa para el peso del hígado ( $p\text{-valor} < 0,05$ ) debido a que presentan una mayor masa en los otros órganos analizados; lo que permite una mayor actividad enzimática y desarrollo de tejidos (Ruiz *et al.*, 2016). Sin embargo, otros autores como Lamot *et al.* (2014) contrastan con este criterio debido a que en sus experimentos con pollos no encontraron diferencias significativas para el peso de órganos en la edad biológica; incluido el hígado. Esto se debe a que esta variable se pesa en la edad inicial cuando son limitados los factores que pueden influir directamente en el peso de los órganos.

## **4.2. FASE II. EFECTO DEL TIEMPO ECLOSIÓN (486-491h; 492-497h; 498-503h; 504-509h) EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD NORMAL DE CRIANZA**

### **4.2.1. EXPERIMENTACIÓN EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BB COBB-500 DURANTE LA EDAD NORMAL DE CRIANZA**

#### **4.2.1.1. PESO CORPORAL DE LOS POLLOS**

El peso corporal de los pollos varió inicialmente entre 40,8–43,4 g y aumentó progresivamente a través de las semanas de experimentación. Se identificó a los pollos de T<sub>1</sub> como los que presentan un mayor peso durante las seis semanas (154,8 g para la semana 1; 357,2 g para la semana 2; 800,2 g para la semana 3; 1297,2 g para la semana 4; 2041,8 g para la semana 5; y 22745,2 g para la semana 6). Las medias más bajas en relación al peso corporal de los pollos correspondieron a T<sub>3</sub> durante la semana 1 con 143,2 g; T<sub>4</sub> durante la semana 2 con 348,4 g; T<sub>3</sub> durante la semana 3 con 743,4 g; T<sub>3</sub> durante la semana 4 con 1232,0 g; T<sub>2</sub> durante la semana 5 con 1938,2 g; y T<sub>4</sub> durante la semana 6 con 2536,2 g.

Se reporta diferencias significativas (<0,05) al inicio del experimento y durante las semanas 1, 2, 3 y 5. Para las semanas 4 y 6 se reporta diferencias altamente significativas (<0,01) para el peso corporal de los pollos (cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Peso corporal (g) de pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación.

Tratamiento	Semanas						
	0 *	1 *	2 *	3 *	4 **	5 *	6 **
T1	42,0	154,8	357,2	800,2	1297,2	2041,8	2745,2
T2	43,4	152,6	351,0	770,4	1281,6	1938,2	2571,8
T3	40,8	143,2	354,2	743,4	1232,0	1968,2	2656,6
T4	41,9	146,0	348,4	766,8	1240,6	1951,8	2536,2
p-valor	0,044	0,021	0,020	0,023	0,001	0,031	0,000
E.E	0,35	1,62	1,13	6,99	7,96	14,21	19,52
S.D	1,59	7,24	5,06	31,27	35,58	63,56	87,30

\* Diferencia significativa (5%). \*\* Diferencia altamente significativa (1%). E.E. Error estándar. S.D. Desviación estándar

**Fuente:** Los autores.

Estos hallazgos coinciden con los resultados de Bellostas (2009), quien refiere que el peso corporal de pollos varía entre 30–45 g en la semana inicial y 2000–3000 g en la semana 6 donde los pollos se encuentran listos para su comercialización y consumo. Esto se ajusta, siempre y cuando las condiciones de crianza, luz y alimento hayan sido iguales y controladas.

#### 4.2.1.2. GANANCIA DE PESO

Se reporta diferencias altamente significativas ( $<0,01$ ) en la semana 6 y diferencias significativas ( $<0,05$ ) en la semana 3; sin embargo, durante las semanas 1, 2, 4 y 5 no se registra diferencia significativa ( $>0,05$ ) para la ganancia de peso de los pollos. Se identificó a T<sub>1</sub> como el tratamiento que permite una mayor ganancia de peso en casi todas las seis semanas (112,8 g para la semana 1; 443,0 g para la semana 3; 744,6 g para la semana 5; y 703,4 g para la semana 6). En este mismo sentido, T<sub>3</sub> presentó la media más alta para la ganancia de peso durante la semana 2 con 211,0 g, y T<sub>2</sub> durante la semana 4 con 511,2 g (cuadro 4.3).

Las medias más bajas en relación a la ganancia de peso en los pollos correspondieron a T<sub>3</sub> durante la semana 1 (102,4 g), T<sub>2</sub> durante la semana 2 (198,4 g), T<sub>3</sub> durante la semana 3 (389,3 g), T<sub>4</sub> durante la semana 4 (473,8 g), T<sub>2</sub> durante la semana 5 (656,6 g), T<sub>4</sub> durante la semana 6 (584,4 g).

**Cuadro 4.3.** Ganancia de peso (g) de pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación.

Tratamiento	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
	n.s	n.s	*	n.s	n.s	**
T1	112,8	202,4	443,0	497,0	744,6	703,4
T2	109,2	198,4	419,4	511,2	656,6	633,6
T3	102,4	211,0	389,2	488,6	736,2	688,4
T4	104,6	202,4	418,4	473,8	711,2	584,4
p-valor	0,078	0,155	0,046	0,334	0,180	0,003
E.E	1,59	2,02	7,07	7,20	15,54	14,32
S.D	7,11	9,05	31,56	32,21	69,51	64,03

n.s no significativa. \* Diferencia significativa (5%). \*\* Diferencia altamente significativa (1%). E.E Error estándar. S.D Desviación estándar.

**Fuente:** Los autores.

El tiempo de eclosión de los pollos no afecta significativamente al peso corporal de los pollos COBB 500 durante casi todo el proceso de experimentación. Este hallazgo se contrapone con da Silva *et al.* (2021) quienes en su estudio sobre “Calidad de los pollos de un día y rendimiento de los pollos de engorde de 3 sistemas de incubación diferentes” encontraron que la ganancia de peso corporal se ve afectada con un nivel de significancia muy alto (p-valor: <0,001) por el sistema de incubación, la edad de los pollos y la interacción de estas dos variables. Lo que sí guarda correspondencia con este estudio es que durante las semanas 3 y 6 la ganancia de peso de los pollos se presenta significativamente variable entre tratamientos.

#### 4.2.1.3. CONSUMO DE ALIMENTO ACUMULADO

En el cuadro 4.4 se presenta los datos reportados sobre el consumo de alimento acumulado en pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación, en función de los cuatro tratamientos. Se encontró que los consumos de alimento oscilan entre 140,4–160,0 g durante la semana 1; 399,8–430,2 g durante la semana 2; 948,8–1000,6 g durante la semana 3; 1799,4–1896,2 g durante la semana 4; 2903,8–3097,6 g durante la semana 5; y 4204,4–4749,8 g durante la semana 6. En todas las semanas, se reportó a T<sub>1</sub> como el tratamiento donde hubo mayor consumo de alimento. Con respecto al menor consumo de alimento se

reportó a T<sub>2</sub> durante la semana 4; a T<sub>3</sub> durante la semana 3; y a T<sub>4</sub> durante las semanas 1, 2, 5 y 6. Se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos para esta variable en todas las semanas (<0,01).

**Cuadro 4.4.** Consumo de alimento acumulado (g) en pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación.

Tratamiento	Semanas					
	1 **	2 **	3 **	4 **	5 **	6 **
T1	160,0	430,2	1000,6	1896,2	3097,6	4749,8
T2	149,7	400,9	999,7	1799,4	2906,6	4251,0
T3	150,4	400,2	948,8	1800,0	2905,0	4207,4
T4	140,4	399,8	950,3	1800,2	2903,8	4204,4
p-valor	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E.E	1,59	2,98	5,84	9,62	19,16	52,73
S.D	7,13	13,31	26,12	43,02	85,69	235,83
n.s no significativa. ** Diferencia altamente significativa (1%). E.E Error estándar. S.D Desviación estándar.						

**Fuente:** Los autores.

Estos resultados encuentran correspondencia con los de Boumedous *et al.* (2017) quienes muestran el impacto que tiene el tiempo en el consumo de alimentos; a mayor tiempo de desarrollar, mayor capacidad de consumir y acumular reservas. Estos autores reportaron valores de hasta 5000 g de alimento consumido por pollos durante la última semana de crianza. Muchos estudios han llegado a la conclusión de que los pollitos nacidos en diferentes tiempos de eclosión difieren entre sí fisiológicamente (Van de Ven *et al.*, 2013; Lamot *et al.*, 2014) y en los patrones de alimentación como el consumo (Nielsen *et al.*, 2010). Es por este motivo que los pollitos eclosionados en un menor tiempo (T<sub>1</sub>) tuvieron la capacidad de acceder más rápidamente a las fuentes de alimento y agua; lo que les permitió una mayor capacidad de alimentación.

#### 4.2.1.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el cuadro 4.5 se muestra los resultados de la conversión alimenticia de los pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación. En las semanas 1, 2 y 6 se encontró diferencias altamente significativas (<0,01); registrando niveles para la conversión alimenticia entre 0,98–1,05; 1,13–1,20; y 1,58–1,73, respectivamente. Por otra parte, en la semana 4 se encontró diferencia significativa (<0,05) entre tratamientos para la tasa de conversión alimenticia; con

1,46 para T<sub>1</sub>; 1,41 para T<sub>2</sub>; 1,46 para T<sub>3</sub>; y 1,45 para T<sub>4</sub>. Finalmente, durante las semanas 3 y 5 no se reportó diferencia significativa entre tratamientos (p-valor: 0,191 y 0,428, respectivamente); lo que indica que las tasas de conversión alimenticia en los cuatro tratamientos fueron muy similares.

**Cuadro 4. 5.** Conversión alimenticia de pollos COBB 500 durante las seis semanas de experimentación.

Tratamiento	Semanas					
	1 **	2 **	3 n.s	4 *	5 n.s	6 **
T1	1,03	1,20	1,25	1,46	1,52	1,73
T2	0,98	1,14	1,30	1,41	1,50	1,65
T3	1,05	1,13	1,28	1,46	1,48	1,58
T4	0,96	1,15	1,24	1,45	1,49	1,66
p-valor	0,009	0,000	0,191	0,013	0,428	0,000
E.E	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
S.D	0,05	0,03	0,05	0,03	0,04	0,06

**n.s** no significativa. \* Diferencia significativa (5%). \*\* Diferencia altamente significativa (1%).

**E.E** Error estándar. **S.D** Desviación estándar.

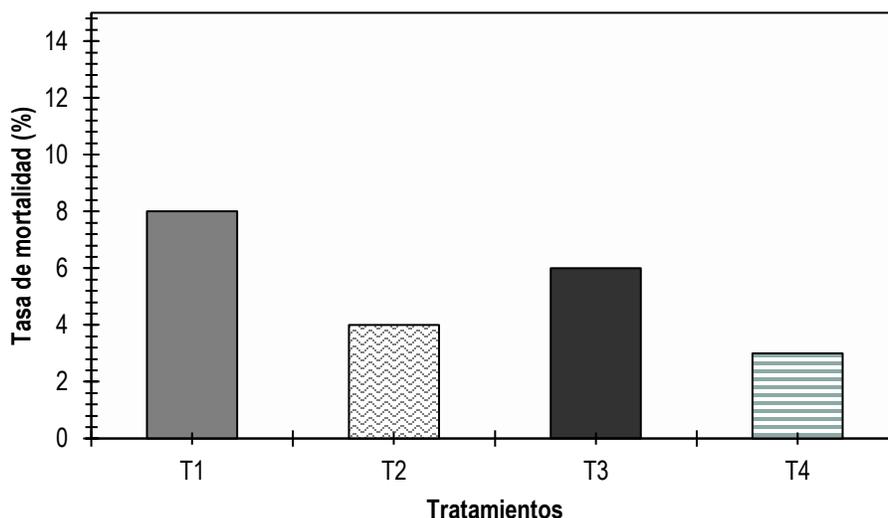
**Fuente:** Los autores.

En este estudio se encontró una conversión alimenticia positiva en los cuatro tratamientos analizados; lo que contrasta con los de Chen *et al.* (2015) quienes encontraron una conversión alimenticia negativa en pollos debido al efecto de los probióticos en la mucosa intestinal que provoca la aparición de enfermedades y pérdida de apetito en las aves hasta ocasionar su muerte.

Los pollos que nacieron entre las 498 a 503h alcanzaron una mayor conversión alimenticia; lo que se asocia al mejoramiento de las condiciones físicas del espacio experimental. El galpón que alojó a este grupo experimental, contaba con mejores condiciones de ventilación natural; lo que redujo la proliferación de vectores. No obstante, Boyner *et al.* (2021) contrastan con este hallazgo, reportando que las crías tardías se limitan en el consumo de alimento y agua que combinado con la variación natural generan una permanente inactividad como la capacidad de conversión alimenticia.

#### 4.2.1.5. MORTALIDAD

En el gráfico 4.1 se reportan los niveles de mortalidad de pollos, según los cuatro tratamientos estudiados. El T<sub>1</sub> es aquel que registra el nivel más alto de mortalidad en el estudio con un 8%, a pesar que este fue el tratamiento que presentó mejores resultados en los otros parámetros productivos analizados. En T<sub>3</sub>, que también presentó favorables resultados en otros parámetros productivos, se registró una tasa de mortalidad de hasta 6%. Este hallazgo se puede asociar al nivel de engorde; lo que convirtió a los pollos de T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> menos activos y con una mayor tendencia de mortalidad como producto del peso. Caso contrario ocurrió con T<sub>4</sub> y T<sub>2</sub> que registraron la tasa de mortalidad más baja (3% y 4%, respectivamente).



**Gráfico 4.1.** Mortalidad de pollos COBB 500 en función de los tratamientos analizados.  
**Fuente:** Los autores

En este estudio se reportó un nivel bajo de mortalidad de pollos que se encontró entre 1–8%; pérdida aceptada ya que autores como Tsushima y Ohta (2015) respaldan que se puede aceptar hasta un 10% de mortalidad; superando este nivel, no es conveniente en el proceso productivo ya que genera gastos asociados adicionales y pérdidas económicas. Este hallazgo se relaciona con lo encontrados por Jiménez *et al.* (2015) quienes evaluaron parámetros productivos en pollos, asegurando que la mortalidad es proporcional al peso adquirido de las aves; a mayor peso, mayor mortalidad.

### 4.3. FASE III. VALORACIÓN DE LA RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

#### 4.3.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

El costo total de la implementación de los tratamientos, durante seis semanas, fluctúa entre \$367,37–\$402,65; siendo T<sub>1</sub> el más alto y T<sub>2</sub> el más bajo. Los ingresos que reportados para cada tratamiento fueron de \$509,71 para T<sub>1</sub>; \$491,73 para T<sub>2</sub>; \$506,96 para T<sub>3</sub>; y \$481,77 para T<sub>4</sub>. En términos de utilidad, los cuatro tratamientos producen rentabilidad entre 27–30%. Al finalizar las seis semanas el T<sub>1</sub> produce una ganancia de \$107,07; T<sub>2</sub> de \$124,37; T<sub>3</sub> de \$135,22; y T<sub>4</sub> de \$112,41 (cuadro 4.6).

Estos resultados indican que los cuatro tratamientos son viables en términos económicos; pero se destaca a T<sub>3</sub> debido a que presenta un mayor costo-beneficio (por cada \$1 invertido genera una rentabilidad de \$0,36).

**Cuadro 4.6.** Estimación de egresos, ingresos, ganancia y costo-beneficio de los tratamientos para la producción de pollos BB COBB 500 en diferentes tiempos de nacimiento.

	Detalle	Tratamientos			
		1	2	3	4
<b>Egresos</b>	Nº de pollos	100,00	100,00	100,00	100,00
	Costo total de pollos (\$)	75,00	75,00	75,00	75,00
	Costo de Kg de alimento (\$)	0,70	0,70	0,70	0,70
	Total alimento consumido (Kg)	439,35	388,95	395,20	391,80
	Costo total de alimento (\$)	307,55	272,27	276,64	274,26
	Sanidad (\$)	3,60	3,60	3,60	3,60
	Servicios básicos y transporte (\$)	10,00	10,00	10,00	10,00
	Mano de obra (\$)	5,10	5,10	5,10	5,10
	Equipos (\$)	5,00	5,00	5,00	5,00
	<b>Total</b>	<b>402,65</b>	<b>367,37</b>	<b>371,74</b>	<b>369,36</b>
<b>Ingresos</b>	Media de peso por pollo (Kg)	2,75	2,57	2,66	2,54
	Total Kg obtenidos	257,43	248,35	256,04	243,32
	Costo del Kg de pollo (\$)	1,98	1,98	1,98	1,98
	Nº de pollos al final del experimento	92,00	96,00	94,00	97,00
	<b>Total</b>	<b>509,71</b>	<b>491,73</b>	<b>506,96</b>	<b>481,77</b>
<b>Ganancia</b>	<b>107,07</b>	<b>124,37</b>	<b>135,22</b>	<b>112,41</b>	
<b>Costo-beneficio</b>	<b>1,27</b>	<b>1,34</b>	<b>1,36</b>	<b>1,30</b>	

Fuente: García y Molina (2020)

### 4.3.2. APLICACIÓN DEL TIR Y VAN

Para  $T_1$  se estima que con una inversión inicial de \$402,65, semanalmente se recupera un total de \$84,95; lo que permite que hasta la semana 6 se haya recuperado el 100% de la inversión más el 7,42% de utilidad. Para  $T_2$  se estima que con una inversión inicial de \$367,37, semanalmente se recupera un total de \$81,96; lo que permite que hasta la semana 6 se recupere el 100% de la inversión más el 9,41% de utilidad. Para  $T_3$  se considera que con una inversión inicial de \$371,74, semanalmente se recupera un total de \$84,49; lo que permite que hasta la semana 6 se recupere el 100% de la inversión más el 10,09% de utilidad. Para  $T_4$  se estima que con una inversión inicial de \$369,36, semanalmente se recupera un total de \$80,30; lo que permite que hasta la semana 6 se recupere el 100% de la inversión más el 8,48% de utilidad (ver cuadro 4.7).

**Cuadro 4.7.** TIR y VAN aplicado a los tratamientos para la producción de pollos BB COBB 500 en diferentes tiempos de nacimiento.

Período (Semanas)	Flujo de Fondos			
	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
0	-402,65	-367,37	-371,74	-369,36
1	84,95	81,96	84,49	80,30
2	84,95	81,96	84,49	80,30
3	84,95	81,96	84,49	80,30
4	84,95	81,96	84,49	80,30
5	84,95	81,96	84,49	80,30
6	84,95	81,96	84,49	80,30
TIR semanal	7,42%	9,41%	10,09%	8,48%
VAN	\$99,70	\$117,30	\$127,89	\$105,49

**Fuente:** García y Molina (2020)

Los resultados del Tir y VAN indican que, en términos económicos,  $T_3$  es el tratamiento más viable. A pesar de que  $T_1$  fue el mejor tratamiento en parámetros productivos, económicamente es el que registra la rentabilidad más baja; lo que se vincula al número de muertes de pollos para este tratamiento. Por lo tanto, es importante que para producción y crianza de pollos se considere a aquellos que hayan tenido un tiempo de eclosión entre 498–503h.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Durante la edad biológica, el tiempo de eclosión no tuvo un efecto significativo ( $p>0,05$ ) en el peso del saco vitelino; corazón y estómago, pero sí tuvo significancia ( $p<0,05$ ) en el peso del hígado de los pollos BB COBB-500. El T<sub>1</sub> que corresponde a los pollos eclosionados en un período entre 486–491h obtuvo los pesos más altos para los cuatro órganos medidos: saco vitelino con 3,15g; hígado con 0,94g; corazón con 0,31g; y estómago con 3,41g.

Durante la edad normal de crianza, el tiempo de eclosión tuvo un efecto significativo y altamente significativo ( $p<0,05$  y  $p<0,01$ , respectivamente) en el peso corporal, consumo de alimento acumulado y conversión alimenticia de los pollos; pero no tuvo significancia ( $p>0,05$ ) en la ganancia de peso de los pollos BB COBB-500. El T<sub>1</sub> (486–491h) dominó con las tasas más altas en los distintos parámetros analizados durante la mayoría de semanas; incluida la mortalidad (de hasta 8%); que se considera aceptable en términos de productividad.

La valoración económica presentó al T<sub>3</sub> (tiempo de eclosión entre 498–503h) como el más viable para su implementación, con una tasa costo-beneficio de 1,36 por una inversión total de \$371,74; que de acuerdo al Tir y VAN, semanalmente se retornaría un valor de \$84,49 y al finalizar la semana 6, se recuperaría el 100% de la inversión más el 10,09% de utilidad.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Analizar un mayor número de órganos durante la edad biológica de los pollos BB COBB-500 para tener una mayor amplitud de datos y fortalecer los análisis de la investigación. Se puede complementar con otras variables, entre ellas, el sexo de los animales, niveles de luz, edad de la productora, patrón de eclosión, entre otros.

Para validar los resultados de esta investigación, es necesario desarrollar otros estudios similares, con el incremento del número de variables respuesta, por ejemplo: tiempo de eclosión de huevos y tipo de agua de consumida por los pollos. En este caso, sería necesario cambiar el tipo de diseño experimental que puede ser de Diseño factorial de 2X2 o de 2X3.

Desarrollar un modelo de negocio con pollos BB COBB-500, a partir del T<sub>3</sub> (tiempo de eclosión entre 498–503h) debido a que presentó una viabilidad económica más alta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, J., Vieira, S., Gallo, B., Conde, O., y Olmos, A. (2006). Period of incubation and posthatching holding time influence on broiler performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 8(3), 153-158. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2006000300003>
- Arnedo, I. (2015). *Calidad y seguridad microbiológica de la carne de pollo: con especial referencia a la incidencia de Salmonella, Campylobacter y Listeria Monocytogenes en las distintas etapas de la producción y procesado* (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).
- Asamblea nacional del Ecuador. (2017). Ley orgánica de sanidad agropecuaria– Registro Oficial N° 27. Quito, ECU. (En línea). Consultado el 25 de may. 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://servicios.agricultura.gob.ec>.
- Baéza, E., Arnould, C., Jlali, M., Chartrin, P., Gigaud, V., Mercierand, F., Durand, C., Méteau, K., Le Bihan-Duval, E., y Berri, C. 2012. Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results. *Journal of Animal Science*, 90(6), 2003-2013. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4192>
- Bellostas, A. (2009). Calidad del agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. In *ILVI Symp. Avicultura, Sec. Esp. WPSA, Zaragoza*.
- Boleli, I., Morita, V., Matos, J., Thimotheo, M., y Almeida, V. (2016). Poultry egg incubation: Integrating and optimizing production efficiency. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(SPE2), 1-16.
- Boumedous, C., Djerrou, Z., Hamdi, Y. (2017). Impact of Drinking Water Treatment on Poultry Health and Performances: An Experimental Study. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 17 (1): 1.6
- Boyner, M., Ivarsson, E., Franko, M. A., Rezaei, M., & Wall, H. (2021). Effect of hatching time on time to first feed intake, organ development, enzymatic activity and growth in broiler chicks hatched on-farm. *Animal*, 15(2), 100083.
- Callata Cisneros, V., Ccuno, P., & Eulalia, M. (2018). Efectividad de la humedad adecuada en incubadoras para prevenir la pérdida de calor en el recién nacido prematuro.
- Careghi, C., Tona, K., Onagbesan, O., Buyse, J., Decuyper, E., y Bruggeman, V. (2005). The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. *Poultry science*, 84(8), 1314-1320.

- Carrascal, A., Ebert, J. (2017). Huella hídrica del pollo de engorde en la costa de Lima. Huella hídrica del pollo de engorde en la costa de Lima. En línea. Consultado el 25 de may. 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe>.
- Cedeño Mendoza, K., Vergara, P., & Pazmiño, V. (2017). *Manejo de cortinas para mejorar el bienestar animal y parámetros productivos en pollos Cobb 500* (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).
- Chávez, R., & Enrique, L. (2019). Influencia del tiempo de almacenamiento de huevos, en gallinas reproductoras de la línea Cobb-500, previo a la incubación, sobre los parámetros de incubabilidad.
- Chen, Z., Xie, J., Hu, M., Tang, J., Shao, Z., & Li, M. (2015). Protective effects of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) on the small intestinal mucosa in heat-stressed Wenchang chicken. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(1), 78-87.
- Coveña, F., e Intriago, V. (2018). *Edad de reproductoras pesadas y su efecto en la ventana de nacimiento y desempeño productivo del pollito BB*. [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14799/1/T-ESPE-057930.pdf>
- Cruz, C., & Vargas, V. A. (2018). Diseño de un prototipo de incubación artificial con sistema de control difuso para la producción de aves de codorniz.
- da Silva, C., Molenaar, R., Giersberg, M., Rodenburg, T., van Riel, J., De Baere, K., ... & de Jong, I. (2021). Day-old chicken quality and performance of broiler chickens from 3 different hatching systems. *Poultry Science*, 100(3), 100953. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.050>
- Deeming, D. (2002). Importance and evolution of incubation in avian reproduction. *OXFORD ORNITHOLOGY SERIES*, 13, 1-7.
- Delgado, L. (2016). Propuesta de Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica de una Incubadora Avícola en la ciudad de Chiclayo 2016.
- Estrada, M., y Márquez, S. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(3), 246-257.
- González Morales, J. (2017). Diseño e implementación de un control de temperatura y humedad para un prototipo de incubadora artificial de pollos.
- Henchion, M; McCarthy, M; Resconi, V; y Troy, D. (2014). Meat consumption: Trends and quality matters. *Meat science*, 98(3), 561-568.
- Herrera, J., Estrada, M., y Córdova, S. (2013). El incremento gradual de CO<sub>2</sub> en la primera mitad de la incubación, con cambio posterior de la presión de O<sub>2</sub>,

- modifica la trayectoria de incubación del pollo de engorda Gradual increase of CO<sub>2</sub> during first stages. *Veterinaria México*, 44(1), 1-16.
- Jiménez, M., Irvin, J., Villatoro, G., & Gabriela, M. (2015). Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde con base en el sistema de incubación carga única y carga múltiple.
- Kisboa, J. (2013). Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 14(7), 1-15.
- Lamot, D., Van De Linde, I., Molenaar, R., Van Der Pol, C., Wijtten, P., Kemp, B., & Van Den Brand, H. (2014). Effects of moment of hatch and feed access on chicken development. *Poultry Science*, 93(10), 2604-2614.
- Llave, Y., Fukuda, S., Fukuoka, M., Shibata, N., & Sakai, N. (2018). Analysis of color changes in chicken egg yolks and whites based on degree of thermal protein denaturation during ohmic heating and water bath treatment. *Journal of food engineering*, 222, 151-161.
- López, L., López, G., & Victor, M. (2017). Evaluación de parámetros técnicos en pollos de engorde Cobb500® comparando pollito de huevo de piso y parámetros técnicos de pollito de huevo normal.
- Meijerhof, R. (2009). Incubation principles: What does the embryo expect from us. In *Proceedings of the 20th Australian Poultry Science Symposium* (pp. 106-110).
- Mete, M. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85.
- Molenaar, R., Reijrink, I., Meijerhof, R., y Van den Brand, H. (2010). Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12(3), 137-148.
- Morejón, R. (2017). *Desarrollo de un modelo matemático para la evaluación de los parámetros de operación de las naves en la cría de pollos de engorde* (Master's thesis, Quito, 2017.).
- Morita, V., Boleli, I., y Cargnelutti, A. (2009). Hematological values and body, heart and liver weights of male and female broiler embryos of young and old breeder eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 11(1), 7-15.
- Nollet, L; Van der Klis, J. D; Lensing, M; y Spring, P. (2007). The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(4), 592-597.

- Pérez, M., y Sosa, M. (2013). Mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tratamientos térmicos de alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos*, 7(1), 37-47.
- Rahbari, M., Hamdami, N., Mirzaei, H., Jafari, S., Kashaninejad, M., & Khomeiri, M. (2018). Effects of high voltage electric field thawing on the characteristics of chicken breast protein. *Journal of Food Engineering*, 216, 98-106.
- Rodríguez, A., Quijano, C., Hernández, G., Vázquez, O., y Vélez, D. (2018). Control de temperatura para incubación de huevos. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, 6(11).
- Rodríguez, S. (2017). *Efecto de la temperatura sobre el crecimiento, desarrollo y supervivencia de pollos de carbonero común parus major en un entorno de cambio climático* (Doctoral dissertation, Universitat de València).
- Rojas, C., & Geovani, M. (2016). *Propuesta para la implementación de una granja ecológica autosuficiente en la comunidad algodonal de Jujal de la parroquia Macará, cantón Macará* (Bachelor's thesis, Loja).
- Ruiz, N., Orrego, G., Reyes, M., & Silva, M. (2016). Aumento de la temperatura de incubación en huevos de gallina araucana (*Gallus inauris*): efecto sobre la mortalidad embrionaria, tasa de eclosión, peso del polluelo, saco vitelino y de órganos internos. *International Journal of Morphology*, 34(1), 57-62.
- Sánchez, M., & Chalen, S. (2018). *Incubabilidad en huevos fértiles sometidos a diferentes períodos de almacenamiento, aplicando aumentos de temperatura* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia).
- Sandoval, A; Yuño, M; Bakker, M; Rodríguez, E; y 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).
- Sedamanos, V., & Alberto, M. (2015). *Comportamiento productivo y calidad sanitaria de los huevos con diferentes tipos de materiales para camas, en gallinas ponedoras* (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja).
- Sgavioli, S., Matos, J., Borges, L., Praes, M., Morita, V., Zanirato, G., ... y Boleli, I. (2015). Effects of ascorbic acid injection in incubated eggs submitted to heat stress on incubation parameters and chick quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(2), 181-189.
- Tona, K; Onagbesan, O; De Ketelaere, B; Decuypere, E; y Bruggeman, V. 2004. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(1), 10-18.

- Tsushima, N., & Ohta, Y. (2015). Effects of Incubational Oxygen Concentration on Fatty Acid Metabolism and Heme Synthesis in Broiler Breeder Embryos. *The Journal of Poultry Science*, 52(3), 213-216.
- Van de Ven, L., Van Wagenberg, A., Debonne, M., Decuypere, E., Kemp, B., y Van Den Brand, H. 2011. Hatching system and time effects on broiler physiology and posthatch growth. *Poultry Science*, 90(6), 1267-1275.
- Veldkamp, T., Kwakkel, R., Ferket, P., y Verstegen, M. 2002. Impact of ambient temperature and age on dietary lysine and energy in turkey production. *World's Poultry Science Journal*, 58(4), 475-491.
- Wang, Y., Li, Y., Willems, E., Willemsen, H., Franssens, L., Koppenol, A., Guo, X., Tona, K., Decuypere, E., Buyse, J., y Everaert, N. 2014. Spread of hatch and delayed feed access affect post hatch performance of female broiler chicks up to day 5. *Animal*, 8(4), 610-617.
- Zhong, Z., Yu, Y., Jin, S., y Pan, J. (2018). Effects of mixing eggs of different initial incubation time on the hatching pattern, chick embryonic development and post-hatch performance. *PeerJ*, 6, e4634.

# **ANEXOS**

**Anexo N° 1:** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>1</sub> en la edad biológica.



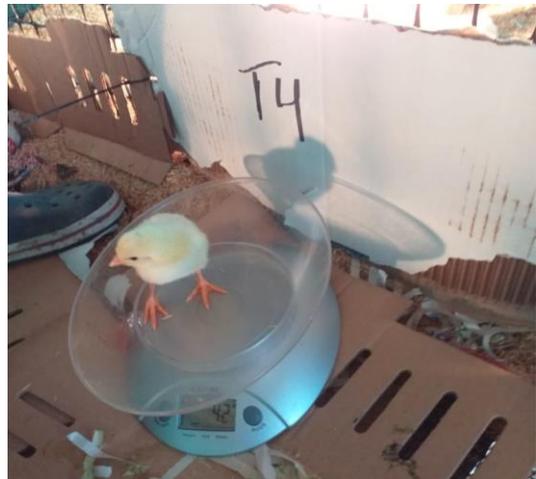
**Anexo N° 2.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>2</sub> en la edad biológica.



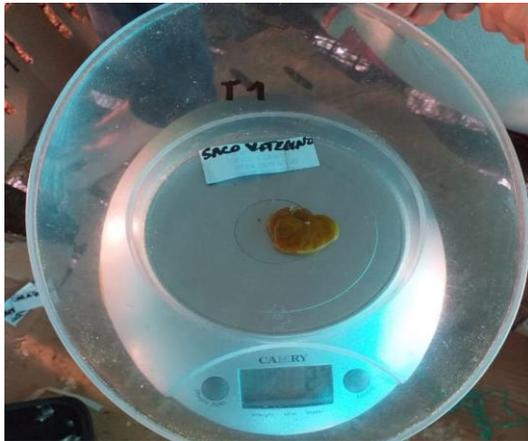
**Anexo N° 3.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>3</sub> en la edad biológica.



**Anexo N° 4.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>4</sub> en la edad biológica.



**Anexo N° 5.** Peso del saco vitelino en pollos BB COB500 durante la edad biológica.



**Anexo N° 6.** Peso del hígado en pollos BB COB500 durante la edad biológica.



**Anexo N° 7.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>1</sub> durante la semana 6.



**Anexo N° 8.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>2</sub> durante la semana 6.



**Anexo N° 9.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>3</sub> durante la semana 6.



**Anexo N° 10.** Peso corporal de los pollos BB COB500 del grupo T<sub>4</sub> durante la semana 6.



## Anexo N° 11: Base de datos del estudio.

Tratamientos	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T3	T3	T3	T3	T3	T4	T4	T4	T4	T4
Inicio Peso corporal	41.00	43.00	42.00	41.00	43.00	44.00	46.00	43.00	42.00	42.00	40.00	42.00	42.00	39.00	41.00	43.00	42.00	40.00	42.00	40.00
Peso saco vitelino	3.18	3.23	3.14	3.09	3.13	3.13	3.09	3.17	3.08	3.10	3.07	3.11	3.17	3.09	3.12	3.17	3.18	3.12	3.08	3.13
Peso hígado	0.98	0.94	0.96	0.93	0.89	0.93	0.88	0.86	0.89	0.91	0.93	0.91	0.85	0.87	0.94	0.88	0.91	0.87	0.82	0.88
Peso corazón	0.32	0.35	0.32	0.29	0.29	0.34	0.31	0.28	0.29	0.31	0.32	0.28	0.31	0.26	0.29	0.26	0.28	0.26	0.31	0.32
Peso estómago	3.42	3.35	3.44	3.41	3.42	3.43	3.39	3.41	3.37	3.40	3.41	3.39	3.38	3.41	3.39	3.37	3.35	3.42	3.39	3.39
Sem uno Peso corporal	158.00	153.00	152.00	152.00	159.00	151.00	148.00	152.00	154.00	158.00	132.00	143.00	137.00	152.00	152.00	146.00	142.00	139.00	153.00	150.00
Sem uno Consumo alimento	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Sem uno Ganancia peso	117.00	110.00	110.00	111.00	116.00	107.00	102.00	109.00	112.00	116.00	92.00	101.00	95.00	113.00	111.00	103.00	100.00	99.00	111.00	110.00
Sem uno Conversión alimenticia	1.01	1.05	1.05	1.05	1.01	0.99	1.01	0.99	0.97	0.95	1.14	1.05	1.09	0.99	0.99	0.96	0.99	1.01	0.92	0.93
Sem dos Peso corporal	356.00	362.00	357.00	352.00	359.00	351.00	349.00	349.00	354.00	352.00	364.00	357.00	351.00	350.00	349.00	344.00	351.00	349.00	347.00	351.00
Sem dos Consumo alimento	430.00	430.00	430.00	430.00	430.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
Sem dos Ganancia peso	198.00	209.00	205.00	200.00	200.00	200.00	201.00	197.00	200.00	194.00	232.00	214.00	214.00	198.00	197.00	198.00	209.00	210.00	194.00	201.00
Sem dos Conversión alimenticia	1.21	1.19	1.20	1.22	1.20	1.14	1.15	1.15	1.13	1.14	1.10	1.12	1.14	1.14	1.15	1.16	1.14	1.15	1.15	1.14
Sem tres Peso corporal	790.00	804.00	815.00	801.00	791.00	723.00	806.00	792.00	756.00	775.00	741.00	732.00	752.00	703.00	789.00	775.00	737.00	773.00	794.00	755.00
Sem tres Consumo alimento	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00
Sem tres Ganancia peso	434.00	442.00	458.00	449.00	432.00	372.00	457.00	443.00	402.00	423.00	377.00	375.00	401.00	353.00	440.00	431.00	386.00	424.00	447.00	404.00
Sem tres Conversión alimenticia	1.27	1.24	1.23	1.25	1.26	1.38	1.24	1.26	1.32	1.29	1.28	1.30	1.26	1.35	1.20	1.23	1.29	1.23	1.20	1.26
Sem cuatro Peso corporal	1328.00	1325.00	1280.00	1285.00	1268.00	1239.00	1283.00	1318.00	1279.00	1289.00	1213.00	1273.00	1211.00	1227.00	1236.00	1232.00	1258.00	1239.00	1235.00	1239.00
Sem cuatro Consumo alimento	1905.00	1894.00	1889.00	1896.00	1897.00	1802.00	1790.00	1804.00	1802.00	1799.00	1798.00	1801.00	1807.00	1794.00	1800.00	1798.00	1800.00	1802.00	1803.00	1798.00
Sem cuatro Ganancia peso	538.00	521.00	465.00	484.00	477.00	516.00	477.00	526.00	523.00	514.00	472.00	541.00	459.00	524.00	447.00	457.00	521.00	466.00	441.00	484.00
Sem cuatro Conversión alimenticia	1.43	1.43	1.48	1.48	1.50	1.45	1.40	1.37	1.41	1.40	1.48	1.41	1.49	1.47	1.46	1.46	1.43	1.45	1.46	1.45
Sem cinco Peso corporal	2025.00	2026.00	2074.00	2079.00	2005.00	1966.00	1964.00	1871.00	1859.00	2031.00	1989.00	1910.00	1975.00	1977.00	1990.00	2018.00	1924.00	2010.00	1872.00	1935.00
Sem cinco Consumo alimento	3102.00	3108.00	3091.00	3088.00	3099.00	2912.00	2904.00	2908.00	2906.00	2903.00	2905.00	2897.00	2904.00	2907.00	2912.00	2908.00	2897.00	2900.00	2903.00	2911.00
Sem cinco Ganancia peso	697.00	701.00	794.00	794.00	737.00	727.00	681.00	553.00	580.00	742.00	776.00	637.00	764.00	750.00	754.00	786.00	666.00	771.00	637.00	696.00
Sem cinco Conversión alimenticia	1.53	1.53	1.49	1.49	1.55	1.48	1.48	1.55	1.56	1.43	1.46	1.52	1.47	1.47	1.46	1.44	1.51	1.44	1.55	1.50
Sem seis Peso corporal	2712.00	2758.00	2771.00	2765.00	2720.00	2586.00	2540.00	2534.00	2596.00	2603.00	2631.00	2622.00	2640.00	2696.00	2694.00	2540.00	2529.00	2559.00	2503.00	2550.00
Sem seis Consumo alimento	4740.00	4755.00	4745.00	4758.00	4751.00	4253.00	4247.00	4254.00	4256.00	4245.00	4220.00	4195.00	4206.00	4218.00	4198.00	4200.00	4208.00	4203.00	4214.00	4197.00
Sem seis Ganancia peso	687.00	732.00	697.00	686.00	715.00	620.00	576.00	663.00	737.00	572.00	642.00	712.00	665.00	719.00	704.00	522.00	605.00	549.00	631.00	615.00
Sem seis Conversión alimenticia	1.75	1.72	1.71	1.72	1.75	1.64	1.67	1.68	1.64	1.63	1.60	1.60	1.59	1.56	1.56	1.65	1.66	1.64	1.68	1.65

**Anexo N° 12:** Estadísticas descriptivas de las variables medidas en el estudio.

<b>Parámetros medidos</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar</b>
Inicio. Peso corporal	T1	5	42,00	1,000	0,447
	T2	5	43,40	1,673	0,748
	T3	5	40,80	1,304	0,583
	T4	5	41,40	1,342	0,600
	Total	20	41,90	1,586	0,355
Peso del sacco vitelino	T1	5	3,15	0,053	0,024
	T2	5	3,11	0,036	0,016
	T3	5	3,11	0,038	0,017
	T4	5	3,14	0,040	0,018
	Total	20	3,13	0,043	0,009
Peso del hígado	T1	5	0,94	0,034	0,015
	T2	5	0,89	0,027	0,012
	T3	5	0,90	0,039	0,017
	T4	5	0,87	0,033	0,015
	Total	20	0,90	0,040	0,009
Peso del corazón	T1	5	0,31	0,025	0,011
	T2	5	0,31	0,023	0,010
	T3	5	0,29	0,024	0,011
	T4	5	0,29	0,028	0,012
	Total	20	0,30	0,026	0,006
Peso del estómago	T1	5	3,41	0,034	0,015
	T2	5	3,40	0,022	0,010
	T3	5	3,40	0,013	0,006
	T4	5	3,38	0,026	0,012
	Total	20	3,40	0,025	0,006
Semana uno. Peso corporal	T1	5	154,80	3,421	1,530
	T2	5	152,60	3,715	1,661
	T3	5	143,20	8,927	3,992
	T4	5	146,00	5,701	2,549
	Total	20	149,15	7,242	1,619
Semana uno. Consumo de alimento	T1	5	160,00	0,000	0,000
	T2	5	150,00	0,000	0,000
	T3	5	150,00	0,000	0,000
	T4	5	140,00	0,000	0,000
	Total	20	150,00	7,255	1,622
Semana uno. Ganancia de peso	T1	5	112,80	3,421	1,530
	T2	5	109,20	5,263	2,353
	T3	5	102,40	9,370	4,190
	T4	5	104,60	5,595	2,502
	Total	20	107,25	7,107	1,589

Semana uno. Conversión alimenticia	T1	5	1,03	0,022	0,010
	T2	5	0,98	0,023	0,010
	T3	5	1,05	0,065	0,029
	T4	5	0,96	0,038	0,017
	Total	20	1,01	0,053	0,012
Semana dos. Peso corporal	T1	5	357,20	3,701	1,655
	T2	5	351,00	2,121	0,949
	T3	5	354,20	6,301	2,818
	T4	5	348,40	2,966	1,327
	Total	20	352.7000	5.05860	1,131
Semana dos. Consumo de alimento	T1	5	430.0000	0,000	0,000
	T2	5	400.0000	0,000	0,000
	T3	5	400.0000	0,000	0,000
	T4	5	400.0000	0,000	0,000
	Total	20	407.5000	13.32785	2,980
Semana dos. Ganancia de peso	T1	5	202.4000	4.50555	2,015
	T2	5	198.4000	2.88097	1,289
	T3	5	211.0000	14.35270	6,419
	T4	5	202.4000	6.94982	3,108
	Total	20	203.5500	9.04652	2,023
Semana dos. Conversión alimenticia	T1	5	1.2040	.01140	0,005
	T2	5	1.1420	.00837	0,004
	T3	5	1.1300	.02000	0,009
	T4	5	1.1480	.00837	0,004
	Total	20	1.1560	.03152	0,007
Semana tres. Peso corporal	T1	5	800.2000	10.28105	4,598
	T2	5	770.4000	32.43917	14,507
	T3	5	743.4000	31.30974	14,002
	T4	5	766.8000	21.63793	9,677
	Total	20	770.2000	31.26727	6,992
Semana tres. Consumo de alimento	T1	5	1000.0000	0,000	0,000
	T2	5	1000.0000	0,000	0,000
	T3	5	950.0000	0,000	0,000
	T4	5	950.0000	0,000	0,000
	Total	20	975.0000	25.64946	5,735
Semana tres. Ganancia de peso	T1	5	443.0000	10.77033	4,817
	T2	5	419.4000	33.66452	15,055
	T3	5	389.2000	33.09381	14,800
	T4	5	418.4000	23.79706	10,642
	Total	20	417.5000	31.55697	7,056
Semana tres. Conversión alimenticia	T1	5	1.2500	.01581	0,007
	T2	5	1.2980	.05495	0,025
	T3	5	1.2780	.05495	0,025
	T4	5	1.2420	.03421	0,015
	Total	20	1.2670	.04578	0,010

Semana cuatro. Peso corporal	T1	5	1297.2000	27.47180	12,286
	T2	5	1281.6000	28.29841	12,655
	T3	5	1232.0000	25.11971	11,234
	T4	5	1240.6000	10.16366	4,545
	Total	20	1262.8500	35.57834	7,956
Semana cuatro. Consumo de alimento	T1	5	1896.2000	5.80517	2,596
	T2	5	1799.4000	5.54977	2,482
	T3	5	1800.0000	4.74342	2,121
	T4	5	1800.2000	2.28035	1,020
	Total	20	1823.9500	43.02444	9,621
Semana cuatro. Ganancia de peso	T1	5	497.0000	31.02418	13,874
	T2	5	511.2000	19.74082	8,828
	T3	5	488.6000	41.47650	18,549
	T4	5	473.8000	30.62189	13,695
	Total	20	492.6500	32.21192	7,203
Semana cuatro. Conversión alimenticia	T1	5	1.4640	.03209	0,014
	T2	5	1.4060	.02881	0,013
	T3	5	1,46	.03114	0,014
	T4	5	1,45	.01225	0,005
	Total	20	1,45	.03471	0,008
Semana cinco. Peso corporal	T1	5	2041,80	32.81311	14,674
	T2	5	1938,20	72.17825	32,280
	T3	5	1968,20	33.23703	14,864
	T4	5	1951,80	61.62954	27,562
	Total	20	1975,00	63.56182	14,213
Semana cinco. Consumo de alimento	T1	5	3097,60	8.14248	3,641
	T2	5	2906,60	3.57771	1,600
	T3	5	2905,00	5.43139	2,429
	T4	5	2903,80	5.71839	2,557
	Total	20	2953,25	85.68539	19,160
Semana cinco. Ganancia de peso	T1	5	744,60	47.71059	21,337
	T2	5	656,60	85.79802	38,370
	T3	5	736,20	56.35779	25,204
	T4	5	711,20	65.09762	29,113
	Total	20	712,15	69.50825	15,543
Semana cinco. Conversión alimenticia	T1	5	1,52	.02683	0,012
	T2	5	1,50	.05431	0,024
	T3	5	1,48	.02510	0,011
	T4	5	1,48	.04764	0,021
	Total	20	1,50	.04045	0,009
Semana séis. Peso corporal	T1	5	2745,20	27.197	12,163
	T2	5	2571,80	32.407	14,493
	T3	5	2656,60	35.634	15,936
	T4	5	2536,20	21.673	9,692
	Total	20	2627,45	87.301	19,521

Semana séis. Consumo de alimento	T1	5	4749,80	7.32803	3,277
	T2	5	4251,00	4.74342	2,121
	T3	5	4207,40	11.34901	5,075
	T4	5	4204,40	6.73053	3,010
	Total	20	4353,15	235.82761	52,733
Semana séis. Ganancia de peso	T1	5	703,40	19.78130	8,846
	T2	5	633,60	68.65348	30,703
	T3	5	688,40	33.30616	14,895
	T4	5	584,40	46.58111	20,831
	Total	20	652,45	64.03410	14,318
Semana séis. Conversión alimenticia	T1	5	1,73	.01871	0,008
	T2	5	1,65	.02168	0,010
	T3	5	1,58	.02049	0,009
	T4	5	1,66	.01517	0,007
	Total	20	1,66	.05652	0,013

**Anexo N° 13:** Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable desarrollo de órganos en la edad biológica de los pollos.

Parámetros	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso_saco_vitelino	0,398	3	16	0,757
Peso_hígado	0,395	3	16	0,758
Peso_corazón	0,247	3	16	0,862
Peso_estómago	0,560	3	16	0,649

**Anexo N° 14.** Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable peso de pollos.

Semanas	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Inicio	0,522	3	16	0,673
1	2,511	3	16	0,096
2	2,728	3	16	0,078
3	1,320	3	16	0,303
4	1,316	3	16	0,304
5	2,674	3	16	0,082
6	2,161	3	16	0,133

**Anexo N° 15:** Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable ganancia de peso de pollos.

Semanas	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1	3,052	3	16	0,059
2	3,783	3	16	0,032
3	1,715	3	16	0,204
4	2,140	3	16	0,135
5	1,575	3	16	0,234
6	3,037	3	16	0,060

**Anexo N° 16:** Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable tasa de conversión alimenticia.

Semanas	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1	3,022	3	16	0,060
2	2,737	3	16	0,078
3	1,502	3	16	0,252
4	1,396	3	16	0,280
5	2,459	3	16	0,100
6	1,138	3	16	0,364

**Anexo N° 17:** Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable tasa de conversión alimenticia.

Semanas	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1	2,409	3	16	0,105
2	1,190	3	16	0,345
3	1,545	3	16	0,241
4	0,493	3	16	0,692
5	1,391	3	16	0,282
6	2,252	3	16	0,122