



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

#### **“ESTUDIO DEL ESTÍMULO LUMÍNICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL POLLO BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del título de ingeniero agropecuario**

**AUTOR:**

**ALEXIS RODRIGO CHIRIBOGA CISNEROS**

**DIRECTOR:**

**DR. MANLY ENRIQUE ESPINOSA BENAVIDES MSc.**

**Ibarra, 2019**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**ESTUDIO DEL ESTÍMULO LUMÍNICO SOBRE LOS  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL POLLO BROILER, EN LA  
GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA.**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Dr. Manly Enrique Espinosa Benavides MSc.

**DIRECTOR**

  
FIRMA

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Lcda. Carmen Amelia Alvear Puertas MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003706940		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chiriboga Cisneros Alexis Rodrigo		
DIRECCIÓN:	Avenida 17 de julio 895 y Miramontes		
EMAIL:	<a href="mailto:alexis250892@gmail.com">alexis250892@gmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	062937710	TELÉFONO MÓVIL:	0985447807
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“ESTUDIO DEL ESTÍMULO LUMÍNICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL POLLO BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”		
AUTOR:	Chiriboga Cisneros Alexis Rodrigo		
FECHA:	21 de Octubre del 2019		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agropecuaria		
ASESOR /DIRECTOR:	Dr. Manly Enrique Espinosa Benavides. MSc.		

## **2. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 24 días del mes de octubre del 2019

**EL AUTOR**



**Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros**

C.I.: 1003706940

ACEPTACIÓN  
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de octubre del 2019



\_\_\_\_\_  
Firma

Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 24 días del mes de octubre de 2019

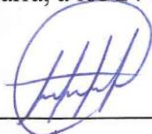
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Espinosa', enclosed within a blue oval scribble.

Dr. Manly Enrique Espinosa Benavides MSc.  
DIRECTOR DE TESIS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros, con cédula de identidad Nro 1003706940, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“ESTUDIO DEL ESTÍMULO LUMÍNICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL POLLO BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 24 días del mes de octubre de 2019.



\_\_\_\_\_  
Firma

Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 24 días del mes de octubre de 2019.


**Nombres y Apellidos:** Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros “ESTUDIO DEL ESTÍMULO LUMÍNICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL POLLO BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”

/Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 24 días del mes de octubre de 2019 100 páginas.

**DIRECTOR:** DR. MANLY ENRIQUE ESPINOSA BENAVIDES

El objetivo principal de la presente investigación fue: Analizar el efecto del estímulo lumínico en la producción de pollos broiler en la etapa de engorde. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar el efecto del estímulo lumínico en los parámetros productivos de pollos broiler. Determinar el efecto del estímulo lumínico en la pigmentación de pollos broiler. Contrastar la relación beneficio-costos de los tratamientos en estudio.



**Dr. Manly Enrique Espinosa Benavides MSc.**

**Director de Trabajo de Grado**



**Alexis Rodrigo Chiriboga Cisneros**

**Autor**



## AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía en cada paso que doy, ya que todo cuanto he logrado ha sido gracias a su bendición y su presencia en mi vida...

A la gloriosa Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, por permitir que cada sueño anhelado en el transcurso de mi preparación, hoy se vea cristalizado...

A mi madre, ejemplo de constancia, perseverancia y sacrificio; ya que hoy sus esfuerzos han valido la pena...

A mis adorables y amados abuelitos por tener la paciencia y el amor infinito de cuidarme y velar por mí en todo momento...

A mis tíos por su compañía y sus consejos, ustedes me han motivado a superarme cada día...

A mis primas, quienes han sido como mis hermanas, ya que mediante el ejemplo de responsabilidad y dedicación algún día aspiro que lleguen lejos y cumplan todos sus sueños...

A mi Majito por su incondicional y maravillosa amistad, por ser mi compañera de alegrías y tristezas en el transcurso de mi preparación. Un logro que hoy se hace realidad gracias a su tenacidad y fraternalismo, siempre te llevare en mi corazón y que no me faltes para seguir cumpliendo todo lo que nos hemos propuesto.

A mis amigos con los cuales compartí invaluable momentos que guardare siempre en mi memoria, por hacer que la vida universitaria sea más llevadera y divertida.

A mi director de tesis el Dr. Manly Espinosa, porque a través de sus enseñanzas y su tiempo, este trabajo ha dado frutos y hoy puedo disfrutar de este inolvidable momento.

*Alexis Chiriboga.*

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser parte de mis días y por su infinita bondad...

A mi madre por su incansable lucha y sacrificio diario para hacer de mí, un hombre de bien; por dedicar su vida a ser una guerrera valiente por mí y mi pilar fundamental en cada paso que doy...

A quienes con todo su amor y dedicación me brindaron cuidado y un buen ejemplo para mi vida, a mis abuelitos...

A mis tíos por animarme siempre y por su afecto...

A mi familia por creer en mí y por permanecer conmigo incondicionalmente animándome a perseverar y alcanzar todo lo que me he propuesto...

Sin duda alguna lo mejor de mi vida y todo aquello que hoy es mi realidad se lo debo a ustedes, por su inagotable cariño y apoyo.

*Alexis Chiriboga.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos .....	6
1.5. Hipótesis .....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1 Avicultura mundial.....	7
2.1.1 Sector avícola en Sudamérica .....	7
2.1.2 La avicultura en el Ecuador.....	7
2.1.3 La avicultura de Imbabura .....	8
2.2. Fisiología y anatomía aviar.....	8
2.2.2. El ojo .....	9
2.2.3. La Córnea.....	10
2.2.4. El iris.....	11
2.2.5. El Cristalino .....	11
2.2.6. Humor Acuoso .....	11
2.2.7. La Retina .....	12
2.2.8. El Pecten.....	12
2.2.9. La Esclerótica.....	12
2.2.10. Fóveas .....	13
2.2.11. Nervio óptico.....	13
2.2.12. Humor Vítreo .....	13

2.2.13 Neurofisiología y receptores de la visión .....	13
2.2.14 Reflejo pupilar a la luz .....	15
2.3 Fisiología de la digestión .....	15
2.4 Proceso productivo avícola.....	16
2.4.1 Etapas de producción .....	16
2.4.2 Manejo de la temperatura.....	17
2.4.3 Alimentación .....	18
2.4.4 Los pigmentos en la comercialización .....	18
2.5. Parámetros productivos para pollo broiler.....	19
2.5.1. Consumo de alimento total.....	19
2.5.2. Ganancia de peso total .....	20
2.5.3. Conversión alimenticia (CA) .....	20
2.5.4. Factor de eficiencia Productiva (FEP) .....	20
2.5.5. Relación Beneficio-Costo .....	20
2.6. La luz .....	21
2.6.1 Programas de Iluminación.....	21
2.6.2 Iluminación en la producción de pollos .....	22
2.6.3. Importancia de la luz .....	22
2.6.4 Influencia del Fotoperiodo .....	23
2.6.5 Influencia del espectro de luz.....	24
2.6.6 Influencia en la fuente de luz .....	25
2.6.7 Influencia de la Intensidad Lumínica.....	25
2.6.8 Efectos de la luz sobre el crecimiento de los pollos de engorde .....	26
2.6.9 Tipos de luces.....	26
2.6.10 Luz Incandescente .....	27
2.6.11 Luz Fluorescente .....	27
2.6.12 Luz LED.....	29
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>31</b>
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>31</b>
3.1 Descripción del área de estudio .....	31
3.1.1 Ubicación geográfica .....	31
3.1.2 Características climáticas .....	32

3.2 Materiales y métodos .....	32
3.2.1 Materiales .....	32
3.2.2 Equipos.....	32
3.2.3 Insumos .....	33
3.3 Métodos .....	33
3.3.1 Factores en estudio.....	33
3.3.2 Arreglo de tratamientos.....	34
3.3.3 Diseño experimental.....	34
3.3.4 Características del experimento .....	34
3.3.5 Análisis estadístico.....	35
3.4 Manejo específico del experimento .....	35
3.4.1 Variables a evaluarse.....	35
3.4.2 Consumo de alimento.....	35
3.4.3 Ganancia de peso total .....	36
3.4.4 Conversión alimenticia (CA) .....	36
3.4.5 Índice de eficiencia europeo.....	36
3.4.6 Índice de pigmentación .....	37
3.4.7 Relación beneficio-costos.....	37
3.5 Manejo general del experimento .....	38
3.5.1. Desinfección del galpón.....	38
3.5.2. Instalaciones eléctricas.....	38
3.5.3. Encortinado del área de ensayo.....	39
3.5.4. Ubicación de calentadoras.....	39
3.5.5. Colocación de la cama .....	40
3.5.6. Instalaciones de bebederos y comederos.....	41
3.5.7. Recepción del pollo.....	41
3.5.8. Manejo de la iluminación.....	42
3.5.9. Manejo de temperatura.....	43
3.5.10. Manejo de espacios .....	43
3.5.11. Manejo Sanitario .....	44
3.5.12. Actividades diarias .....	44
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>46</b>

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
4.1 Consumo de alimento .....	46
4.2 Ganancia de peso total .....	49
4.3 Conversión alimenticia .....	51
4.4 Índice de Eficiencia Productivo.....	53
4.5 Índice de pigmentación.....	55
4.6. Relación beneficio-costo .....	57
4.7 Prueba de hipótesis .....	58
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>59</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
5.1 Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones .....	60
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Globo ocular de las aves. ....	10
<i>Figura 2.</i> Comparación del espectro entre humanos y gallinas. ....	25
<i>Figura 3.</i> Espectro cálido (2700K) luz fluorescente. ....	28
<i>Figura 4.</i> Espectro frío (5000K) luz LED. ....	30
<i>Figura 5.</i> Mapa de ubicación del estudio. ....	31
<i>Figura 6.</i> Limpieza del galpón. ....	38
<i>Figura 7.</i> Distribución de la iluminación. ....	39
<i>Figura 8.</i> Colocación de cortinas. ....	39
<i>Figura 9.</i> Ubicación de criadoras. ....	40
<i>Figura 10.</i> Colocación de la cama. ....	40
<i>Figura 11.</i> Incorporación de comederos y bebederos. ....	41
<i>Figura 12.</i> Recepción de los pollos. ....	42
<i>Figura 13.</i> Manejo de la iluminación. ....	42
<i>Figura 14.</i> Apertura de las cortinas y monitoreo del termómetro. ....	43
<i>Figura 15.</i> Manejo de espacios. ....	44
<i>Figura 16.</i> Vacunación de pollos. ....	44
<i>Figura 17.</i> Pesaje de pollos y toma de pigmentación. ....	45
<i>Figura 18.</i> Consumo de alimento total por sexo y tipo de luz. ....	47
<i>Figura 19.</i> Ganancia de peso total por sexo y tipo de luz. ....	50
<i>Figura 20.</i> Conversión alimenticia por sexo y tipo de luz. ....	52
<i>Figura 21.</i> Índice de Eficiencia Productivo por sexo y tipo de luz. ....	54
<i>Figura 22.</i> Índice de pigmentación en patas por sexo, tipo de luz y tiempo. ....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Descripción y codificación de los tratamientos del estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.</i> .....	34
Tabla 2. <i>Características del experimento del estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.</i> .....	34
Tabla 3. <i>Análisis de ADEVA Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.</i> .....	35
Tabla 4. <i>Análisis de varianza para el consumo de alimento total.</i> .....	46
Tabla 5. <i>Prueba de Fisher para la variable consumo de alimento total.</i> .....	46
Tabla 6. <i>Análisis de varianza para la ganancia de peso total.</i> .....	49
Tabla 7. <i>Prueba de Fisher para la variable ganancia de peso total.</i> .....	49
Tabla 8. <i>Análisis de varianza para la conversión alimenticia.</i> .....	51
Tabla 9. <i>Análisis de varianza para el Índice de Eficiencia Productivo. (IEP)</i> .....	53
Tabla 10. <i>Análisis estadístico para la variable índice de pigmentación.</i> .....	55
Tabla 11. <i>Análisis económico de los tratamientos.</i> .....	57



## ÌNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos.....	69
Anexo 2. Gráfico del Diseño Experimental Parcelas Divididas del Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.....	72
Anexo 3. Programa de actividades para el Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler. ....	72
Anexo 4. Dosis de medicamentos y desinfectante. ....	74
Anexo 6. Valores promedio de consumo de alimento total en gramos (g). ....	74
Anexo 7. Valores promedio de ganancia de peso total en gramos (g). ....	74
Anexo 8. Valores promedio de conversión alimenticia. ....	75
Anexo 9. Valores promedio para el Índice de Eficiencia Productiva. ....	75
Anexo 10. Tabla de costos de producción del tratamiento 1. ....	76
Anexo 11. Tabla de costos de producción del tratamiento 2. ....	77
Anexo 12. Tabla de costos de producción del tratamiento 3. ....	78
Anexo 13. Tabla de costos de producción del tratamiento 4. ....	79
Anexo 14. Tabla de costos de producción del tratamiento 5. ....	80
Anexo 15. Tabla de costos de producción del tratamiento 6. ....	81

## RESUMEN

La iluminación es un factor influyente en los procesos fisiológicos de nutrición y físicos del pollo de engorde, en la actualidad; es muy común el uso de diversas fuentes de luz artificial con fin de mejoramiento y optimización de la rentabilidad y producción comercial. Esta investigación se basa en estudiar el estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler, cuyo objetivo fue analizar su efecto sobre la producción de pollos en etapa de engorde. Se establecieron 6 tratamientos: Luz fluorescente x pollo macho (L1 x S1), Luz fluorescente x pollo hembra (L2 x S2), Luz incandescente x pollo macho (L3 x S1), Luz incandescente x pollo hembra (L4 x S2), Luz LED x pollo macho (L5 x S1), Luz LED x pollo hembra (L6 x S2). Las variables fueron consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, índice de eficiencia productivo, pigmentación y relación beneficio-coste. Los resultados indican que L1 x S1 y L2 x S2 generó mayor ganancia, influyendo directamente en el índice de conversión alimenticia, el cual fue más eficiente 11% en machos y 5,5% en hembras con respecto al testigo. La variable pigmentación en tarsos bajo el estímulo fluorescente fue 12% superior al valor alcanzado con luces incandescentes y 23 % mayor, al de luces LED y al contrastar la relación Beneficio/ Costo, mostró rentabilidad el tratamiento L1 x S1 con 1.51 dólares, es decir; por cada dólar invertido 0,51 centavos de dólar es la utilidad superando 11 y 5 % al estímulo incandescente y LED respectivamente.

**Palabras claves:** iluminación, sexo, fluorescente, incandescente, Luz LED, relación beneficio-coste.

## ABSTRACT

Lighting is an influential factor in the physiological and physical processes of broiler chicken today; it is very common to use various sources of artificial light in order to improve and optimize profitability and commercial production. This research is based on studying the light stimulus on the productive parameters of broiler chicken, whose objective was to analyze its effect on the production of chickens in fattening. 6 treatments were established: Fluorescent light x male chicken (L1 x S1), Fluorescent light x female chicken (L2 x S2), Incandescent light x male chicken (L3 x S1), Incandescent light x female chicken (L4 x S2), LED light x male chicken (L5 x S1), LED light x female chicken (L6 x S2). The variables were feed intake, weight gain, feed conversion, productive efficiency index, pigmentation and cost-benefit ratio. The results indicate that L1 x S1 and L2 x S2 generated greater gain, directly influencing the feed conversion rate, which was more efficient 11% in males and 5.5% in females with respect to the witness. The variable pigmentation in tarsus under the fluorescent stimulus was 12% higher than the value achieved with incandescent lights and 23% higher, that of LED lights and by contrasting the Benefit/Cost ratio, showed profitability the L1 x S1 treatment with 1.51 dollars, that is; for every dollar invested 0.51 cents is the utility surpassing 11 and 5% to the incandescent stimulus and LEDs respectively.

**Keywords:** lighting, sex, fluorescent, incandescent, LED light, benefit-cost ratio.

# **CAPITULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

A nivel mundial, la avicultura es una de las fuentes económicas y productoras que se considera como un pilar fundamental para el ámbito agropecuario; debido al aumento progresivo de la densidad poblacional. Cada día es indispensable generar fuentes de producción de alimentos, con lo cual se puedan satisfacer las necesidades alimenticias del ser humano (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2017).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) menciona que para el año 2025, la densidad poblacional mundial crecerá 10.4% esto indica la necesidad de eficiencia en la producción de alimentos, siendo la carne de pollo el principal producto por su contenido proteico, Ecuador incrementará su población para ese mismo año a 19.7 millones de habitantes.

La producción nacional de pollo de engorde en Ecuador, es de 270 millones en planteles avícolas. El consumo per cápita es de 35 kg por persona al año, frente al consumo de carne de cerdo que es de 11 kg y de carne bovina es de 17 kg, las cifras muestran la importancia de la producción avícola en nuestro territorio (Ruiz, 2019).

En el Ecuador, uno de los productos importantes que conforman la canasta básica constituye la carne de pollo; por lo tanto, los avicultores para llenar las expectativas del mercado, buscan continuamente nuevas e innovadoras herramientas, para que la producción sea cada vez más eficiente y permita abaratar costos de producción (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2017).

La iluminación en el comportamiento fisiológico de pollos de engorde en planteles avícolas, es uno de los factores físicos más importante para el comportamiento diario de las aves, por ende; los componentes de un programa de iluminación como su intensidad,

duración y longitud de onda, influyen en el rendimiento productivo y económico como lo aseveran (Parvin, Mushtanq, Kim y Choi, 2014).

En diferentes tipos de estudio del comportamiento y varias pruebas fisiológicas efectuadas en aves, revelan que es probable, que éstas perciban las luces de varios tipos de lámparas a una intensidad diferente a la de los humanos, debido a que son más sensibles y tienen mayor capacidad que el hombre para diferenciar longitudes de onda y puede que aprecien los colores y la intensidad de manera diferente a la humana (Gonzales, 2009). Con base a lo anterior, Coello (2015) reporta que en los planteles avícolas es muy común la utilización de lámparas incandescentes, fluorescentes compactas, las cuales poseen un menor costo de adquisición; en la actualidad, existe lámparas LED las cuales son la nueva tendencia para iluminación en planteles avícolas.

Burrow (2017) menciona que las luces incandescentes, cada vez son menos utilizadas, incluso en el Ecuador, su comercialización está prohibido; debido al cambio de matriz productiva mismas que están siendo paulatinamente reemplazadas. Hoy en día, es necesario optar por nuevas tendencias como lámparas fluorescentes y LED que, debido a su duración y calidad de luz, las mismas que son más aceptables en un sistema productivo avícola (Castello, 2013).

Cavanillas (2015) menciona que la luz LED, son luces modernas, pues emiten espectros de varios colores que proyecta un mayor ahorro energético, así mismo permite mayor durabilidad incluso superior a las luces fluorescentes. La utilización de luz artificial, provoca un estímulo con efectos positivos en la adaptación al entorno y en el desarrollo de los principales órganos y sistemas entre ellos: el óseo, digestivo, circulatorio e inmune; especialmente con la luz LED, se obtienen efectos positivos en la crianza y producción de pollos, al igual que beneficios económicos al reducir costos en luces y energía eléctrica (Moreno, 2013).

En la avicultura ecuatoriana, es muy común la utilización de lámparas fluorescentes para la iluminación de planteles avícolas, con fotoperiodos que sobrepasan las 22 horas luz al día; entre ellas 12 son luz natural y 10 de luz artificial (Manya, 2013). Estos componentes repercuten en los costos elevados de energía eléctrica, para lo cual es necesario adoptar

herramientas adecuadas, que permitan mejorar la eficiencia productiva de las aves a través de estímulos de nuevas tendencias como la luz LED (Arellano, 2017).

## **1.2 Problema**

En la actualidad la avicultura es un sector dinámico que se encuentra en auge de producción, considerando además que la carne pollo conforma uno de los productos más importantes de la canasta básica familiar; por lo cual los avicultores han visto la necesidad de incursionar e implementar nuevas e innovadoras alternativas que permitan que la producción avícola sea cada vez más eficiente a menor costo de producción. Una de las alternativas propuestas es la instauración de programas de estimulación lumínica para mejorar los parámetros productivos.

La iluminación es un factor muy importante en la avicultura, su incidencia dentro del crecimiento y desarrollo de los pollos de engorde es fundamental ya que desde su llegada al galpón se debe proveer fuentes de luz y calor para que estos puedan vivir, debido a que aún no pueden regular su temperatura por tanto es indispensable que se disponga de estos elementos en la recepción; la luz interviene en todos los procesos fisiológicos básicos de un ave; ya que si no se cuenta con iluminación ya sea esta natural o artificial se predispone a que no exista una adecuada ganancia de peso y conversión alimentaria en las aves, a través de la luz se estimula al ave para que se mantenga despierta y pueda consumir más alimento, con ello se favorece la producción avícola.

El uso de lámparas incandescentes, fluorescentes, led, entre otras que existen en el mercado se ha vuelto muy común para grandes productores avícolas, sin embargo, el costo que genera la utilización de diferentes tipos de lámparas es un elemento que debe ser analizado, a través de un estudio en el cual se determine qué tipo de luz genera mayor productividad y competitividad sin que su costo sea excesivo. En investigaciones realizadas en galpones de la provincia de Imbabura se ha determinado que existe una relación de costo de producción de 0,19 kw/hora, un valor que se considera costoso y que en lo posible puede ser optimizado al implementar diferentes sistemas de luz.

La avicultura comercial, se está proyectando a programas de luz eficientes, los cuales reflejen un aumento de la productividad de pollos de engorde, sin olvidar considerar la

implementación de modernas fuentes de iluminación, entre ellas las luces LED, que actualmente se encuentran incursionando en el ámbito de la avicultura ya que su uso provee mejor iluminación, menor costo energético y sus lámparas tienen mayor durabilidad con respecto a las fuentes de luz convencionales.

En este contexto se propone este estudio como una nueva alternativa basada en la siguiente pregunta de investigación. ¿Se puede mejorar la productividad a través de estímulos lumínicos empleando nuevas fuentes de iluminación?

### **1.3 Justificación**

La estimulación lumínica, es uno de los factores importantes en la crianza de pollos de engorde; ya que la luz va a influenciar en el comportamiento, fisiología, crecimiento y desarrollo de las aves. Salvador (2016) ratifica que la luz es de vital importancia y se convierte en un factor determinante en los resultados finales, estimulando el consumo de alimento en pollos de engorde. De igual forma, Quintana (2011) menciona que un programa de luz bien estructurado, permitirá que las aves dispongan del tiempo suficiente para realizar sus funciones vitales; como son las de comer y beber.

Deep, Schwean-Lardner, Crowe, Fancher y Classen (2010) indican que al someter aves a fotoperiodos de luz extensos de 23 horas luz al día, el rendimiento no es óptimo cuyos efectos negativos se refleja en el crecimiento y consumo de alimento, por ende repercute en el peso final del pollo. El rendimiento y bienestar del pollo de engorde, se optimiza cuando se proporciona de entre 17 a 20 horas luz al día obteniendo 2.3 kg de peso a los 39 días de edad mientras que con 23 horas se alcanza 2.2 kg de peso (Schwean-Lardner, Classen, 2010).

Lorenzo, Purriños, García, García-Fontán y Franco (2011) afirman que el fotoperiodo, va a influenciar el peso final de los pollos de engorde, obteniendo mejores resultados con pollos expuestos a fotoperiodos intermitentes de dos horas luz y una de oscuridad frente a programa continuos de iluminación, en las cuales existe una diferencia de 0.09 kg en el peso vivo de pollos de engorde.

Con el incremento de costos de producción y eficiencia productivas aún por mejorar en los parámetros de pollos de engorde, es necesario que el avicultor optimice los costos de producción, en especial lo que tiene que ver con el consumo energético. Según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL, 2017) el costo del kilovatio/hora se encuentra entre 0.10 y 0.11 + IVA.

AVIAGEN (2014) propone en su manual, un programa de iluminación que consta de 4 componentes importantes como son: la intensidad de la luz, longitud de onda, la duración del fotoperiodo y distribución del fotoperiodo. Además, Oviedo-Rondón (2013) indica que existen múltiples beneficios entre ellos la disminución de complicaciones metabólicas; así también el aumento de la rentabilidad y rendimiento, lo que genera menor cantidad de gastos económicos, ya que conforme aumenta el crecimiento de la ave e necesario disminuir la intensidad de la luz. Así mismo, otros beneficios que proporciona el estímulo lumínico con las diferente luces de color verde y azul, ayudan a mejorar la inmunidad y el desarrollo muscular de las aves mientras que el color rojo es adecuada para la estimulación sexual y para la producción de huevos.

Por esto, la presente investigación es una alternativa a los siguientes enfoques: mejorar el comportamiento de los pollos, regular el consumo de alimento y bienestar de las aves, bajar el costo de energía eléctrica a través de la utilización de lámparas de luz LED, que mediante esta fuente de iluminación permita disminuir la duración del fotoperiodo y mejorar la longitud de onda y mediante estos componentes mejorar la productividad en pollo.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Analizar el efecto del estímulo lumínico en la producción de pollos broiler en la etapa de engorde.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del estímulo lumínico en los parámetros productivos de pollos broiler.
- Determinar el efecto del estímulo lumínico en la pigmentación de pollos broiler.
- Contrastar la relación beneficio-costo de los tratamientos en estudio.

## **1.5. Hipótesis**

**Ho.** Los tipos de luz no tienen efecto sobre la pigmentación y parámetros productivos del pollo.

**Ha.** Al menos un tipo de luz tiene efecto sobre la pigmentación y parámetros productivos del pollo.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Avicultura mundial**

Es una de las principales fuentes productoras pecuarias, que dinamizan la economía mundial; debido al aumento progresivo de la densidad poblacional, cada día es indispensable generar fuentes de producción de alimentos, siendo la carne avícola por su contenido proteico quien tiene mayor aceptación, que satisface las necesidades alimenticias del ser humano. La carne de pollo se ubica como uno de las principales componentes que conforman la canasta básica familiar (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2017).

La producción mundial de carne de pollo durante el 2018, alcanzó 95.5 millones de toneladas incrementó el 2% respecto al año anterior el cual benefició principalmente a países como Estados Unidos, Brasil, India, y la Unión Europea (U.S. Department of Agriculture [USDA], 2018).

#### **2.1.1 Sector avícola en Sudamérica**

La producción de carne en América del Sur, es de 12.5 millones de toneladas y ocupa Brasil el primer lugar con cerca de 9 millones de toneladas seguido de Argentina con 900 mil toneladas (Aillón, 2012). Sin embargo, para el 2018 se reportó una baja del 1.42% y un aumento del 1.6% en la población de ponedoras, debido a enfermedades principalmente como Newcastle e Influenza Aviar cuya aparición de por sí genera restricción al comercio internacional y al consumo local (Ruiz, 2019).

#### **2.1.2 La avicultura en el Ecuador**

En la actualidad, la producción avícola en el Ecuador, es una de las actividades productivas más significativas de la economía ecuatoriana; dicha actividad principalmente se fundamenta en dos segmentos productivos que son: la producción de carne de pollo y la de huevo comercial; entre éstas dos actividades pecuarias, la principal

es el engorde para el consumo de carne la mima que es considerada la proteína más utilizadas dentro de la alimentación en nuestro país (López, 2016).

El Ecuador, forma parte del sector de mayor importancia dentro de la producción pecuaria, además involucra la producción de maíz y soja, que son utilizados en la industria como materias primas para la elaboración de balanceados. En el país se identificaron 1 819 granjas avícolas de pequeños, medianos y grandes productores (Comité Nacional para la Vigilancia Epidemiológica [CONAVE], 2013).

La producción avícola en el Ecuador, contribuye con el 18% del PIB agropecuario en producción de pollo de engorde y el 3.5 en gallinas de postura. La avicultura genera alrededor de 32 000 empleos directos y se calcula que crea 220 000 plazas de empleo si se toma en cuenta toda la cadena productiva (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019).

### **2.1.3 La avicultura de Imbabura**

La producción de pollos, ha experimentado importantes avances en la provincia de Imbabura, quienes a lo largo de los años mejoran los procesos para sobresalir en la organización en la cadena productiva con la adquisición de tecnología eficiencia en manejo y seleccionando las mejores estirpes, con lo cual se ha contribuido a la mejora de la productividad (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2017).

Imbabura ocupa el cuarto lugar con aproximadamente 16.8 millones de pollos y gallinas en producción, esto le atribuye el 7% del total con 76 planteles avícolas, el cantón Ibarra se ubica como el primer productor de la zona (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2018).

## **2.2. Fisiología y anatomía aviar**

Las aves pertenecen a un grupo de vertebrados que, por su evolución y adaptación al ambiente, han desarrollado extraordinariamente sus órganos y sistemas, de tal forma que poseen características que los diferencian de las demás especies incluyendo el ser humano (Vaca, 2003).

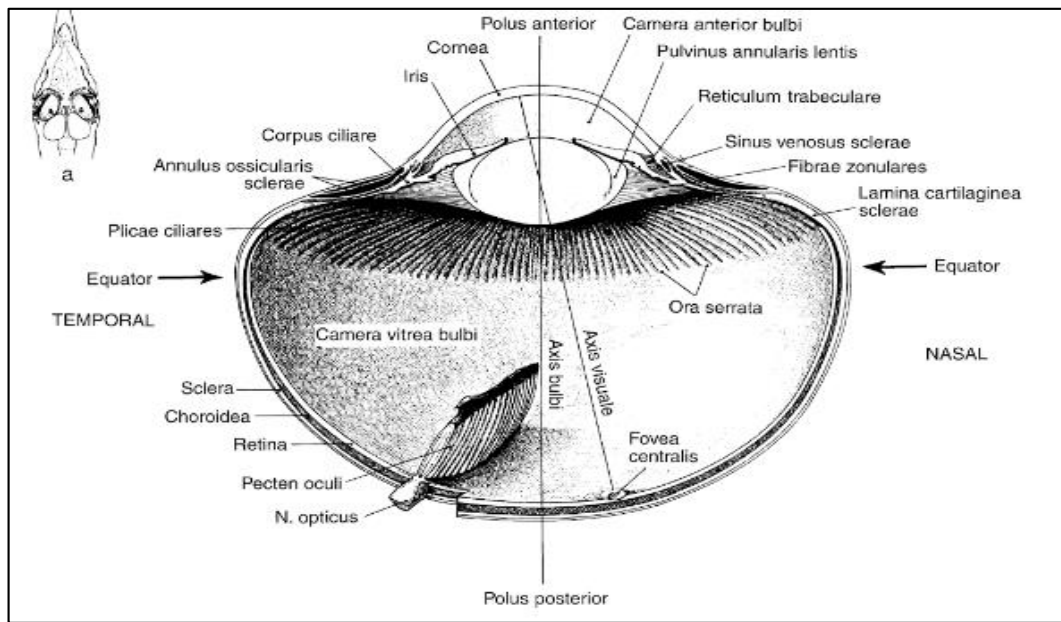
### **2.2.1. La cabeza**

Una estructura redondeada de tamaño pequeño variable dependiendo de la especie, la misma que cuenta con huesos mucho más neumatizados que en los mamíferos y cavidades orbitarias de gran tamaño, lo que permite la separación entre el cráneo y la cara; el desarrollo de la masa encefálica es casi nula y en el occipital solo se puede encontrar un cóndilo, el mismo que se articula con el atlas y el axis, lo que le permite mayor rotación con la nuca (Gélvez, 2019).

Así también la articulación del parietal con el hueso cuadrado, da lugar a la porción donde se encontrará el órgano del oído, el mismo que suele ser interno, ya que carece de pabellón auditivo; al no poseer alveolos dentarios, el hueso incisivo con el maxilar inferior constituye una base ósea para una formación córnea que da lugar al pico. Debido a las grandes apófisis del hueso incisivo, delimitan los orificios nasales, los mismos que son muy amplios (Gélvez, 2019). Además, cuenta con la cresta que de acuerdo a la intensidad de la luz y el desarrollo de las glándulas es su tamaño, su principal función es la distinción de sexos y la reproducción (Vaca, 2003).

### **2.2.2. El ojo**

La visión en las aves se puede considerar perfecta en relación con la de los mamíferos, además de contar con una agudeza visual 8 veces superior a la humana. Estos órganos han alcanzado mayor desarrollo en relación a los demás sentidos y sobre su función depende la mayoría de las aves. El globo del ojo (Figura 1) es más voluminoso con respecto a la cabeza o al cerebro, es por eso que en la mayoría de la especie se ubican lateralmente y permite un campo visual más amplio entre 280° a 360° (Clara, 2008; Delanno, 2012; Cano, 2018).



**Figura 1.** Globo ocular de las aves.

**Fuente:** Whittow (1999)

Las aves poseen órganos visuales que tienen una estructura vascular, la misma que se encuentra cerca del nervio óptico y se extiende hasta el cuerpo vítreo. La función principal que se le atribuye, es la de proporcionar nutrientes al ojo (Cunningham y Klein, 2009).

Los ojos se encuentran cubiertos por los párpados, los mismos que solo se cierran cuando el ave duerme. Así mismo la membrana nictitante está encargada de limpiar y humedecer la superficie del ojo, lo que generalmente realizan los mamíferos al parpadear. También cabe mencionar que los avestruces, loros y lechuzas cierran el párpado superior de la misma manera como los mamíferos; el resto de aves cierran el párpado inferior (Clara, 2008).

### **2.2.3. La Córnea**

La córnea es una capa transparente, que tiene poca vascularización, lo que permite su refracción; en su parte terminal, se une con la esclerótica, dando lugar a una parte que se conoce como limbo. Esta capa es más fina que en los mamíferos, sin embargo; histológicamente es igual, además presenta la capa de Bowman (Membrana limitante anterior) la misma que está constituida por un fino tejido de estroma condensado, cuyas características son semejantes a la córnea humana. El grosor de la córnea es muy variable

y va en dependencia de la altura del ave, por tanto; se encuentra córneas más gruesas en aves más grandes y córneas más finas en aves pequeñas (Soto, Piñeiro y Bert, 2011).

#### **2.2.4. El iris**

Es un músculo contráctil que se encuentra delante del cristalino y detrás de la córnea, su función es regular la intensidad de luz que penetra al ojo, es una fina membrana que contiene una cara anterior o uveal, localizada hacia la cámara anterior del ojo y otra retinal o posterior, la cual permite el paso del humor acuoso desde la cámara posterior del ojo hacia la anterior (Pardo, 2007; Soto et al., 2011).

Las funciones del iris se encuentran en dependencia de dos músculos, que son el dilatador y el constrictor. Se trata de estructuras con prevalencia de musculatura estriada, lo que permite en parte el movimiento voluntario. Este reflejo se puede observar en el foro pupilar que se dilata o se cierra en dependencia, para saber si el ave se encuentra asustada o nerviosa. En estas estructuras oculares también se encuentran algunas cantidades de fibras no estriadas, lo que permite un cierto nivel de acción involuntaria en su trabajo (Cunningham y Klein, 2009).

#### **2.2.5. El Cristalino**

Es una estructura que se encuentra constituida por fibras transparentes formando un lente biconvexo, que se localiza entre dos cámaras, una anterior y otra posterior; además está revestido por un tejido que es metabólicamente activo en su parte anterior. En la región central, se encuentra una almohadilla anular óptica cuya función es nutritiva al no ser activa. Dichos cambios en la cobertura corneal, son los que permiten al ave tener un enfoque más amplio y beneficioso de los objetos (Soto et al., 2011).

#### **2.2.6. Humor Acuoso**

Es una sustancia líquida y transparente, así como el agua, que es vertida de la circulación ciliar y recorre las dos cámaras oculares: la anterior y la posterior, a través de los espacios que forman el iris para su circulación (Pardo, 2007).

### **2.2.7. La Retina**

Es la estructura más interna del ojo y su función en mayor parte es fotorreceptora. Posee diferentes membranas con células especializadas entre ellas; la membrana coroides en donde se realiza la recepción de la luz a través de los conos y bastones y cuya presencia puede estar aumentada en uno de ellos en dependencia del estilo de vida del ave, es decir; si el ave lleva un estilo de vida nocturno o diurno (Cunningham y Klein, 2009).

Para que se produzca la visión la luz, debe ingresar al ojo y atravesar algunas estructuras importantes en la refracción entre ellas la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo para finalmente llegar a la retina. Es importante conocer que existen algunas diferencias entre aves nocturnas y aves diurnas, ya que la visión juega un papel muy importante en la subsistencia de estos animales y, por ende; existe mayor presencia de bastones o conos dependiendo si las aves son más activas en la noche o durante el día (Whittow, 1999).

### **2.2.8. El Pecten**

Se conoce también como peine, posee forma de abanico y se encuentra muy cerca al nervio óptico Su función es la nutrición ocular, debido a su gran vascularización y pigmentación. Esta estructura no existe en los mamíferos, sin embargo; constituye un logro para la evolución aviar (Hall, 2016).

### **2.2.9. La Esclerótica**

Constituye un tejido que proporciona protección y fijación a los músculos oculares, está formada por tres capas. La capa externa o escleral tiene tejido fibroelástico La capa media está compuesta por haces de colágeno, que se ubican en sentido paralelo a la superficie del ojo; la capa más interna conocida también como lamina fusca, presenta haces colágenos en menor cantidad, pero con fibras elásticas y células cromatóforos (Cunningham y Klein, 2009).

### **2.2.10. Fóveas**

Una de las cavidades retinales en donde se encuentran las capas más internas de la retina que están apartadas con el fin de que se produzca la estimulación de los conos por la luz, mediante un ángulo directo que llega desde el cristalino (Cunningham y Klein, 2009; Soto et al., 2011).

### **2.2.11. Nervio óptico**

La parte más importante del ojo para que se produzca la visión, se localiza en la parte inferior del pecten, lo que hace casi imposible su visión oftalmoscópica, en realidad es un nervio compuesto por un haz de fibras nerviosas que yacen de una prolongación cerebral. En las aves se encuentra desplazado hacia la región inferior del ojo (Grieve, 2015).

### **2.2.12. Humor Vítreo**

Es una estructura líquida similar a un gel, que posee una parte dispersa constituida por una proteína compleja, que ocupa el espacio que existe entre el cristalino y la parte óptica de la retina. Se puede decir que fisiológicamente, no existe separación de humor vítreo y humor acuoso por lo que simplemente puede mencionarse que es un líquido intraocular, cuya diferencia radica en su composición y su densidad. Existe un equilibrio en el ingreso y salida de líquidos del ojo, la sustancia ocular tiene una circulación lenta y los excesos de líquido son drenados a través del canal de Schlem y por los canales linfáticos posteriores al globo ocular (Hall, 2016).

### **2.2.13 Neurofisiología y receptores de la visión**

La visión desempeña un papel básico e importante en la vida de todos los seres vivos, a través de ella es posible distinguir formas y los diferentes colores. En las aves el sentido de la visión, es uno de los cuales se encuentra más desarrollado y por el cual ha logrado su supervivencia entre las demás especies (Sumano, 2010).

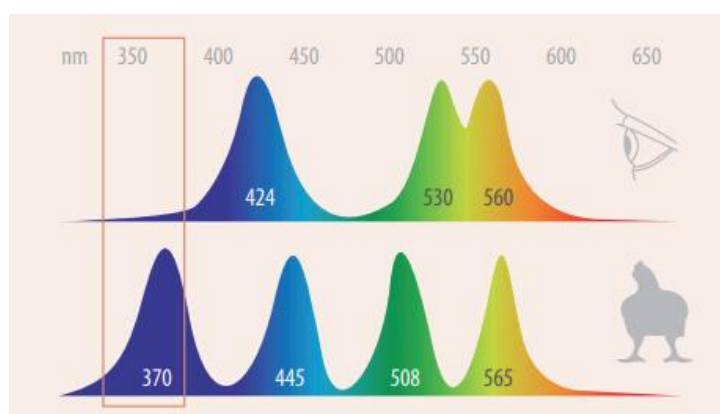
El ojo, principal órgano que hace posible la visión, recibe estímulos sensoriales los cuales son captados por la retina, quien se encarga de transmitirlos hacia el nervio óptico para



que continúen hasta el cerebro en donde son interpretados. El cerebro de las aves cuenta con siete campos de los cuales dos de ellos son netamente especializados en la visión, el cerebro anterior y el lóbulo óptico (Miranda, 2016).

Para que se produzca la visión, es necesario que la luz penetre por el cristalino y llegue hacia la retina en donde se encuentran células fotorreceptoras y receptores oculares de las glándulas pineal e hipotalámica, quienes la absorben y procesan. Los bastones presentan alta receptividad a la luz, sin embargo; los encargados de distinguir colores son los conos. En las aves se presentan cinco tipos de conos, encargados de distinguir colores como el rojo, verde y azul similitud a que presenta con el ojo humano; sin embargo, el cuarto cono es encargado de distinguir la luz ultravioleta y el quinto es un receptor de movimientos que puede diferenciar hasta 100 por segundo y que se le conoce como doble cono (Arellano, 2017), (Miranda, 2016).

Al hacer una comparación de la percepción del color entre pollos de engorde y humanos, se puede observar lo siguiente:



**Figura 2.** Comparación de los picos espectrales en humanos y en aves.

**Fuente:** Arellano Peche, (2017).

El gráfico muestra la sensibilidad de los diferentes tipos de conos y los espectros presentes, en los bastones hay una sustancia conocida como rodopsina y en los conos los pigmentos iodopsinas entre los cuales se encuentran (fotopsina, proteína y retinal, cromóforo), característicos de la visión de las aves y la luz ultravioleta. Los pollos de

engorde tienen mayor sensibilidad y agudeza visual al color rojo y sus variedades (Arellano, 2017).

#### **2.2.14 Reflejo pupilar a la luz**

El estímulo lumínico de la luz del día o el uso de la luz artificial al ponerse en contacto con el ojo de los animales, produce una reacción en los fotorreceptores de la retina; cuya función se encuentra basada en potenciales de acción sensitivos que se conectan con el nervio óptico a través de varias interneuronas, que son las encargadas de transmitir el estímulo en el músculo liso constrictor del iris, en donde se provoca una reducción del diámetro pupilar (Klein, 2014).

Debido a este estímulo es posible que el ritmo circadiano pueda modificarse y el periodo de vigilia pueda alargarse más. En las aves, este comportamiento es de gran utilidad, ya que con la implementación de luces en los galpones es posible que el desarrollo y ganancia de peso sea en menor tiempo, lo que beneficia al avicultor (Arellano, 2017).

### **2.3 Fisiología de la digestión**

La digestión comprende una serie de procesos físicos y químicos que se dan en el aparato digestivo, permitiendo la degradación de los alimentos en moléculas más pequeñas con la finalidad de que puedan ser absorbidas por las células del organismo (Sumano, 2010).

Por medio del pico, las aves toman los alimentos del suelo y lo mezclan con amilasa y saliva. En las aves las glándulas salivales se desarrollan en dependencia de los hábitos alimenticios a los cuales se les acostumbra, por tanto; entre más alimentos secos se les proporcione, las glándulas se van a desarrollar mucho mejor. En las aves domésticas no hay secreción de amilasa, enzima que permite la deglución de almidones principalmente (Estrada Pareja, 2019).

El alimento mezclado en el pico, pasa por la faringe hacia el esófago, en donde se presentan movimientos involuntarios (perístasis) los mismos que permiten que el alimento llegue al proventrículo. En la región media de esta estructura se encuentra un pequeño ensanchamiento conocido como buche, el mismo que sirve para el almacenamiento de alimento, cuando el ave ya se ha alimentado (Sumano, 2010).

En el proventrículo se lleva a cabo una fase, en donde el alimento es mezclado con ácido clorhídrico y pepsina; posteriormente pasa a la molleja cuya función es triturar completamente el alimento, que seguirá su tránsito a través del intestino delgado en donde se absorben los nutrientes y que con la ayuda de la vena porta, son distribuidos en el organismo del ave, seguidamente el bolo alimenticio pasa hacia el colon en donde se reabsorben los nutrientes, para finalmente terminar en la cloaca, lugar en el cual se eliminan los residuos de la alimentación, ya que es un órgano que elimina tanto los desechos sólidos como los líquidos al exterior (Estrada-Pareja, 2019).

Las aves de corral son animales granívoros; las mismas que necesitan un aporte energético adicional, debido a que su metabolismo es rápido, por tanto; se debe suministrar una cantidad de alimento extra para cubrir su gasto energético que es sumamente alto mientras el ave se encuentra con la luz del día. En programas de iluminación suele suceder que la cantidad de ingesta equivale al doble del peso corporal del ave, por lo cual es necesario que haya un suministro adecuado y oportuno de raciones alimenticias (Álvarez, Pérez, Martín, Quincosa, y Sánchez, 2009).

La elevada producción mundial de aves granívoras y la alta tasa de consumo y demanda de carne de pollo, por su altísimo valor energético y proteico; puede considerarse como una de las principales razones por la cual implementar un sistema de iluminación que estimule constantemente el deseo de alimentarse en las aves (Estrada, 2019).

## **2.4 Proceso productivo avícola**

La genética, la salud, el manejo y la nutrición son los aspectos más importantes que se considera en un proceso productivo exitoso de pollos de engorde.

### **2.4.1 Etapas de producción**

La producción de pollos de engorde está dividida en tres etapas: la primera es la pre-iniciación que corresponde a los primeros 10 días de vida del pollito, la temperatura se proporciona con criadoras y se requiere de un manejo exigente en la ventilación y ampliación gradual del espacio. Esta etapa es vital las primeras 72 horas para el buen

desarrollo de los órganos vitales en el pollo como el sistema digestivo, sistema inmune, corazón e hígado (Aviagen, 2010).

La segunda etapa es de crecimiento, que comprende entre los días 14 y 21 de vida, es la etapa que prepara al pollito para recibir el alimento de engorde, se desarrolla el esqueleto y lo prepara para el llenado con músculo; es considerada una etapa crítica debido a la disminución de horas luz y al cambio de la formulación de la dieta (Aviagen, 2017).

La etapa final o de engorde, es desde el día 21 de vida hasta el sacrificio; se caracteriza por tener el mayor consumo de alimentos y las mayores ganancias diarias de peso (Quintana, 2011)

#### **2.4.2 Manejo de la temperatura**

Pantoja-Estrada (2014) menciona que el ambiente en donde los pollos de engorde permanecen, presenta varias particularidades en cuestión de la temperatura ambiental, ya que la producción se da en establecimientos cerrados en donde el espacio y la ventilación presentan limitaciones

En los pollos de engorde, es muy necesario controlar la temperatura desde la incubación, ya que la manipulación de este parámetro tiene gran influencia en las respuestas fisiológicas de las aves después del nacimiento, como es el caso de la resistencia de las aves adultas al estrés térmico.

Estrada-Pareja, Marquez-Giron, y Restrepo. (2007) indican que la temperatura en la granja presenta dos etapas, la que se da en los primeros 21 días de crianza, ya que durante este periodo los pollitos dependen de la temperatura externa, puesto que no son capaces de regular su propia temperatura (poiquiloterms) y la etapa de engorde, esta se da a partir del día 22, aquí ya son capaces de controlar su temperatura corporal (homeoterms) con la ayuda del plumaje que poseen.

### **2.4.3 Alimentación**

Un programa de alimentación posee dietas balanceadas, que permiten satisfacer los requerimientos nutritivos de los pollos en todas sus etapas de producción, con el fin de respaldar un rendimiento óptimo, esto conlleva a realizar fórmulas de raciones alimenticias con balances correctos de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales (AVIAGEN, 2014).

Las cantidad de alimento de iniciación en el periodo de crianza tiene como objetivo establecer un buen apetito y un máximo crecimiento temprano, con el fin de alcanzar un peso corporal, este alimento iniciador es recomendable suministrar durante 10 días con un máximo consumo de nutrientes que aseguren un óptimo crecimiento durante este periodo tan crítico en la vida de las aves, mencionando a la vez que las decisiones de formulación de alimentos se deberán basar en el rendimiento y la rentabilidad y no solamente en el costo de la dieta (Quintana, 2011).

Las raciones de crecimiento, se suministran desde los días 14 a 16 después del iniciador, lo cual implica que la textura del alimento cambia de migajas a minipelets respaldando así un buen consumo de nutrientes especialmente de energía y aminoácidos durante el crecimiento dinámico que se presenta en este periodo (AVIAGEN, 2014).

En cuanto a las raciones de finalización, se deben suministrar a los 25 días de edad hasta el procesamiento, este último alimento depende del peso deseado al sacrificio, duración del periodo de producción y del diseño del programa de alimentación. La formulación de esta ración se debe realizar para elevar al máximo el retorno financiero, ajustando a la edad de las aves. Cabe señalar que lo durante el periodo de retiro no es recomendable reducir de manera extrema el suministro diario de nutrientes (AVIAGEN, 2014).

### **2.4.4 Los pigmentos en la comercialización**

En la avicultura el color de la piel de pollo es un aspecto fundamental para la comercialización y aceptación del producto en el mercado, pues asocian a la coloración de la piel con la salud animal y frescura de la carne, es por ello que para satisfacer los

requerimientos del mercado las industrias avícolas adicionan carotenoides o pigmentantes artificiales (Carvajal-Tapia, Martínez-Mamian, y Vivas-Quila, 2017).

Los carotenoides y xantofilas son compuestos químicos que pigmentan la yema de huevo, grasa subcutánea y piel de los pollos. alimentar a las aves con carotenoides es una excelente forma de monitorear la salud intestinal y bienestar de las aves, recalando así que un pollo de buen color es un pollo sano (Fernández, Ávila, Martínez, Miranda y Cisneros, 2017).

Los pigmentos, son compuestos químicos que absorben luz en el intervalo de longitud de onda de la región visible. La producción del color se debe a la estructura específica del compuesto (cromóforo) esta estructura capta la energía y la excitación que es producida por un electrón de una órbita exterior a una órbita mayor, la energía no absorbida es reflejada y/o refractada para ser capturada por el ojo y los impulsos neuronales generados serán transmitidos al cerebro, donde pueden ser interpretados como color (Alzamora, 2017).

## **2.5. Parámetros productivos para pollo broiler**

Son sistemas de registros de actividades que se realizan en una explotación avícola, su uso es de vital importancia para la obtención de datos de una nueva parvada dentro de un galpón, su finalidad radica en que mediante la evaluación constante sea esta parcial o total de los resultados obtenidos en relación al comportamiento de las aves, es posible la prevención y el control de problemas que llegaran a sucederse (Quintana, 2011).

### **2.5.1. Consumo de alimento total**

Este índice ayuda a la determinación del consumo diario de alimento, el cual representa entre el 60 al 70% de los costos en la producción es un indicador que permite hacer proyecciones de la producción para posteriormente comparar con otros, se calcula los kilogramos de alimento consumido en un día con la siguiente ecuación (Ciro-Galeano y Itza-Ortiz, 2015).

$$\text{Consumo} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento sobrante}$$

### 2.5.2. Ganancia de peso total

Se relaciona con el desarrollo corporal de la pollita, gallina o pollo tiene como finalidad de presentar un panorama general del desempeño productivo, este índice se obtiene a partir de la división del peso promedio final del ave sobre los días total de producción. Para realizar el cálculo de peso semanal se toman al azar entre 2-3% de pollos del lote con la siguiente ecuación (Quintana, 2011).

$$G P T = \frac{\text{Pesos Promedios (gr)}}{\text{Nº de días a faena}}$$

### 2.5.3. Conversión alimenticia (CA)

Este índice es importante para determinar la rentabilidad de una empresa productora de pollos. Se extrae de la relación existente entre el alimento consumido sobre el peso incrementado, es decir; es el factor que mide la proporción de alimento requerido para hacer una unidad de carne o huevo, con la siguiente ecuación (Quintana, 2011).

$$C.A = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Carne producida}}$$

### 2.5.4. Factor de eficiencia Productiva (FEP)

Se mide en unidades que resume los parámetros anteriores también denominado como Índice de Eficiencia Europeo (IEE). Considerado importante y relevante para la evaluación del desempeño del lote, de acuerdo a este índice se puede calificar granjas avícolas con la siguiente ecuación (Ciro-Galeano y Itza-Ortiz, 2015).

$$IEE = \frac{\text{Viabilidad} \times \text{Peso(Kg)}}{\text{Edad al saque} \times C.A.} \times 100$$

### 2.5.5. Relación Beneficio-Costo

Esta relación es importante analizar y tener en cuenta en la ejecución de la investigación, ya que toma en cuenta los datos de los ingresos y egresos que son parte del resultado, para

posteriormente establecer que beneficios se obtuvo por el capital invertido en un proyecto (Didier, 2010).

## **2.6. La luz**

Miranda (2016) afirma que la luz juega un papel muy importante en la producción avícola, debido a que las aves pueden ver a intensidades de luz entre 380-507 nanómetros (nm) así también, tienen la capacidad de observar el espectro de la luz ultravioleta (UV) algo que es imposible para la visión humana, lo que significa que para las aves, es importante que la luz tenga una intensidad adecuada, ya que cuando la luz es muy baja, los luxes no son los convenientes; ocasionando un aumento en el desarrollo de los ojos de las aves y con esto una adaptación a la luz por periodos de tiempo muy cortos (Neger, 2014).

Para que se produzca el estímulo visual, el ojo posee receptores específicos que son los conos, estos se encargan de la detección de la luz, mediante un proceso en el que intervienen tanto la glándula pineal y la hipotalámica que mediante foto-receptores retíales hacen posible la visión, este proceso influye en el ritmo circadiano, ya que la respuesta al estímulo luminoso, dura un lapso de 24 horas, con respecto a los comportamientos hormonales y de conducta del ave (Miranda, 2016).

Los humanos son tricromáticos y poseen conos retíales con los que pueden determinar el color rojo, verde y azul de los objetos a su alrededor, sin embargo; las aves poseen una visión tetracromática, lo que permite la visualización de colores que jamás se podrán percibir por la vista humana, que además les dota de capacidades y habilidades diferentes al resto de especies (Grieve, 2015).

### **2.6.1 Programas de Iluminación**

En la avicultura, la iluminación es una de las principales herramientas para regular el consumo de alimento, la actividad y el bienestar de los pollos de engorde; es una técnica de manejo que está compuesta por tres aspectos: longitud de onda, intensidad de la luz y duración y distribución del fotoperiodo (Schwean-Lardner y Classen, 2010). Los beneficios que traen un buen programa de luz son: mejora de la viabilidad del animal, conversión de alimento y disminución de disfunciones fisiopatológicas como: ascitis,



problemas esqueléticos y muerte súbita, dependiendo de la duración del periodo de luz (Moreno, 2005).

En la primera semana la duración de luz más adecuada es de 23 horas para el pollito bebe con intensidades entre 20 y 40 lux, a partir de la segunda semana se empieza a controlar la luz, reduciendo la intensidad y la duración del fotoperiodo, siendo la intensidad más comúnmente utilizada de 5 lux con 20 horas de luz o menos (Oviedo-Rondón, 2012).

### **2.6.2 Iluminación en la producción de pollos**

Según Vaca (2003) afirma que la iluminación tanto natural como artificial es de vital importancia en la producción avícola, por su influencia estimulante y reguladora de los ritmos vitales en las aves y la función que ejerce en el metabolismo de las aves involucrando al sistemas nerviosos y procesos hormonales.

En la avicultura moderna, la iluminación es considerada de gran importancia dentro de la producción de las aves, ya que ayuda a producir pollos de mayor peso en menor tiempo. En la mayoría de los sistemas de alojamiento de aves, se usa la luz artificial; logrando así la maximización de crecimiento de pollos. En las aves domésticas la luz también juega un papel importante debido a que dentro de la producción ellas responden de diferente manera al espectro que proporciona el color de la luz y su intensidad en relación al ser humano (Hy-line, 2017).

### **2.6.3. Importancia de la luz**

Las aves necesitan de la luz para permanecer activos en el día, es decir; cuando existe la luz natural del ambiente, realizan funciones vitales tales como: alimentarse, emparejarse e interactuar con el grupo de pollos. Así mismo, la duración de la luz (fotoperiodo) establece su producción, sin embargo; para obtener este efecto no se considera la estabilidad sino más bien las características de la luz como la intensidad y el color, que dentro de un galpón varía entre 5 y 20 lux ya que las aves, son capaces de observar en intensidades de luz muy baja (Barroeta, Izquierdo y Pérez, 2014).

Dentro de la producción avícola, existen algunos parámetros fundamentales para la obtención de buenos resultados; un aspecto importante que actualmente está en constante

investigación es la luz, ya que para mejorar el rendimiento y el tiempo de crianza de las aves, se utilizan no solo la luz natural; sino también se ha visto la necesidad de implementar alternativas de iluminación artificial que promuevan un crecimiento óptimo de las aves de carne y la producción en gallinas ponedoras (Lorenzo, Purriños, Garcia-Fontán, Franc, 2011).

En el mercado se dispone de una amplia variedad de tipos de lámparas; que resultan beneficiosas en la iluminación de galpones, sin embargo; es indispensable que se tenga en cuenta que para lograr buenos resultados deben conocerse tanto las ventajas como las desventajas del tipo de luz a utilizar y como deben manejarse para evitar inconvenientes como calidad de la luz y costo de la misma (Quintana, 2011).

#### **2.6.4 Influencia del Fotoperiodo**

El fotoperiodo es definido como la parte del día en la cual los animales permanecen dentro de una locación iluminada artificialmente, como también puede estar iluminada naturalmente por luz solar. El fotoperiodo, es un factor determinante en el medio ambiente de las aves, el cual es fácilmente manipulable para ayudar a maximizar el crecimiento y el peso corporal de los pollos en un menor tiempo (Abbas, Alm El-Dein, Desoky y Galal, 2008).

La duración del fotoperiodo en la avicultura es variable, ya que es posible proporcionar luz desde 2 a 3 horas hasta incluso las 24 horas de luz del día. Sin embargo; es importante considerar el bienestar animal, es oportuno que las aves reciban un periodo aproximado de 8 horas de luz al día, sea esta continua o intermitente, cuando no es posible el acceso a la iluminación natural, pero si no se proporciona las 8 horas y estas son reducidas puede perjudicar en la salud y comportamiento de los animales (Quiles y Hevia, 2005).

El fotoperiodo diurno, es base natural para la producción de aves, a esto se implementa luz artificial durante la noche y se utiliza el ciclo natural de luz-oscuridad de 24 horas, aprovecha además la franja diurna natural para realizar las actividades diarias en una granja avícola en especial la de alimentación y ventilación (Valbuena, 2017).

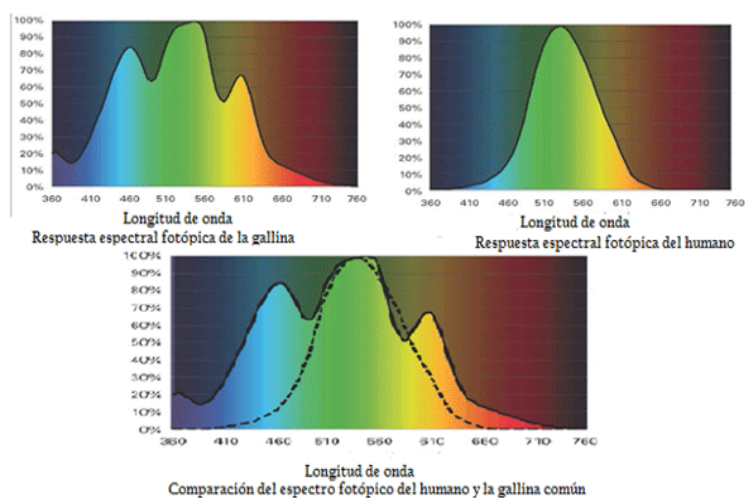
En caso de usar fotoperiodos cortos o no aprovechar las horas de luz natural, es más complicada su puesta en práctica, ya que se debe comprobar el oscurecimiento total del galpón; aperturas de ventilación, huecos para ventiladores, ventanas, puertas entre otros de manera que se garantice el cierre total del galpón. Se debe tener en cuenta que con intensidad máxima de iluminación es de 0,4 lux medida a la altura de los pollos (Arellano, 2017).

Por lo tanto, se habla de pollos de engorde, a estos animales se les somete a fotoperiodos prolongados que duran un lapso de 23 horas con una diferencia respecto a las gallinas ponedoras, las mismas que reciben iluminación por 16 horas continuas, de esta forma los pollos solo permanecen en oscuridad durante una hora, con el fin de que se logre adaptar a la misma, de tal forma si se presentará un apagón por falta de suministro de energía no existiera problemas de pánico y estampidas dentro del galpón (Quiles y Hevia, 2005).

### **2.6.5 Influencia del espectro de luz**

El estímulo lumínico es de carácter subjetivo tanto en animales como en el ser humano, ya que la visión surge desde el momento en el que la luz ingresa por el ojo y llega hasta la retina. La visión en las aves juega un papel muy importante en la supervivencia, es por eso que los ojos sean de casi igual tamaño con respecto a órganos tan importantes como el cerebro y en si a la cabeza (Appleby y Boy, 1992).

Un gran desarrollo visual con respecto al ser humano es el que poseen las aves, existen grandes diferencias muy marcadas entre ellas, la sensibilidad que muestran ante la luz ultravioleta, lo que representa algo muy inusual y fuera del alcance humano; debido a esta característica se puede comprender de mejor manera los episodios de canibalismo que suceden en gallinas o pollos en ciertos momentos en los que varía la cantidad de luz disponible. Se llama espectro visible a todo lo que es posible ser observado y percibido mediante la visión, no se conoce con exactitud el límite de un espectro visible para las aves, sin embargo; para la vista humana se consideran valores de longitud de onda que corresponden entre 400 a 700 nm (Grieve, 2015).



**Figura 2.** Comparación del espectro entre humanos y gallinas.

Fuente. Grieve (2015)

### 2.6.6 Influencia en la fuente de luz

En la avicultura actual, las luces fluorescentes son más preferidas que la luz incandescente, ya que ha proporcionado la misma intensidad lumínica, dicho de otra forma, se adquieren luces que representan menor costo en energía y que tienen más durabilidad a pesar de que los costos para la adquisición sean un poco elevados, pero a largo plazo no se verá la necesidad de adquirir más lámparas (Tavares, Pereira, Bueno y Silva 2015).

Las aves están preparadas para distinguir las fuentes de luz, debido a su gran sentido de la visión con el cual difieren entre la luz fluorescente y la luz incandescente, se asume que el comportamiento de las aves cambia totalmente en dependencia de la luz que se les esté proporcionando, así las gallinas que reciben luz fluorescente se muestran más activas en relación a las que reciben luz incandescente, (Boshouwers y Nicaise, 1993).

### 2.6.7 Influencia de la Intensidad Lumínica

En las aves de corral, existe un mayor predominio de conos en relación a bastones, razón por la cual estos animales pueden ver mucho mejor en el día que en la noche, con una intensidad lumínica que oscilan entre 5 a 10 lux se desarrollan adecuadamente las gallinas en galpones, lo que permite que no exista alteraciones en la fisiología de la puesta del

huevo, ya que se mantiene una estimulación constante del nervio óptico. Para evitar el piqueteo entre ellas, se emplean intensidades lumínicas bajas ya que con esto se reduce incidentes y daños (Gonzales, 2009).

En los pollos de engorde, se indica que un mínimo de 20 lux, ayuda a estimular las actividades del ave durante los 5 a 7 primeros días de vida, siendo lo más importante para la aclimatación y adecuado consumo de alimento. En la actualidad se muestra un gran efecto positivo en el peso inicial, aplicando una intensidad de 60 lux; al momento de iniciar la restricción de luz se disminuye de 5 a 10 lux, para luego incrementar la intensidad desde 10 hasta 20 lux, justo antes del sacrificio del pollo (Murillo, 2007).

#### **2.6.8 Efectos de la luz sobre el crecimiento de los pollos de engorde**

Los programas de iluminación son un factor clave para un buen rendimiento de un pollo, la cantidad e intensidad de luz altera las actividades de los pollos de engorde; para lo cual es necesario aplicar 25 lux (2.5 pies-vela) en el área más oscura del galpón, medido de acuerdo a la altura del pollito durante su crianza, para así incitar a la ganancia de peso en menor tiempo. La intensidad de luz óptima a nivel del piso no debe variar más de un 20% (Cobb y Vantress, 2013).

Varias pruebas realizadas a pollos de engorde lograron indicar que mediante la aplicación de iluminación continua (24 horas del día) produce la ganancia de peso en un menor tiempo con el más mínimo consumo de alimento en kg. La exposición a luz continua a las aves puede ocasionar tención dentro de las aves y el efecto fisiológico rompe el balance endocrino (Neger, 2014).

#### **2.6.9 Tipos de luces**

En general, solo se utiliza tres tipos de luces tales como: luces incandescentes, luces fluorescentes y luces LED.

### **2.6.10 Luz Incandescente**

Este tipo de luz, ha sido seleccionada como una de las bombillas tradicionales en las granjas avícolas. Son ineficaces, debido a que casi el 90% de la energía utilizada por la bombilla, se libera como calor en vez de luz. Aunque esto en primera estancia puede ser un beneficio llamativo en invierno, el calor creado es insuficiente en comparación con otras elecciones de calefacción y el calor que producen estas lámparas inevitablemente elevará los costos de enfriamiento en el verano (Burrow, 2017).

Se caracterizan por utilizar un filamento de tungsteno de un globo de vidrio al vacío o lleno de un gas inherente, que evite la evaporación de tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del globo. Las bombillas incandescentes, son de bajo costo inicial y mantienen un color de luz constante. Tienen una vida útil de 1 000 horas, es decir; aproximadamente dos meses si es utilizada las 16 horas al día. Aunque inútil, las bombillas incandescentes sorprendentemente han visto un aumento de su uso en aves de corral, debido a que pueden reducirse a un nivel muy bajo de luz (Guasch, 2012).

### **2.6.11 Luz Fluorescente**

Según Burrow (2017) menciona que son lámparas de mercurio de baja precisión, las cuales están disponibles en versión de cátodo caliente y cátodo frío. Estas bombillas tienen una vida útil de 10 000 horas o casi dos años si es usada las 16 horas al día. Además, utilizan 75% menos energía que bulbos incandescentes. Una lámpara fluorescente de 23 vatios emite el equivalente lúmenes (brillo) de una bombilla incandescente de 100 vatios. La lámpara fluorescente (LF) hoy en día, dispone de la suficiente potencia para gallineros, gota y techo abierto. Un LF estándar, no tiene oscurecimiento de capacidades. Debido a su diseño espiral, el polvo y la suciedad pueden acumularse en LFs en el entorno de las aves de corral.

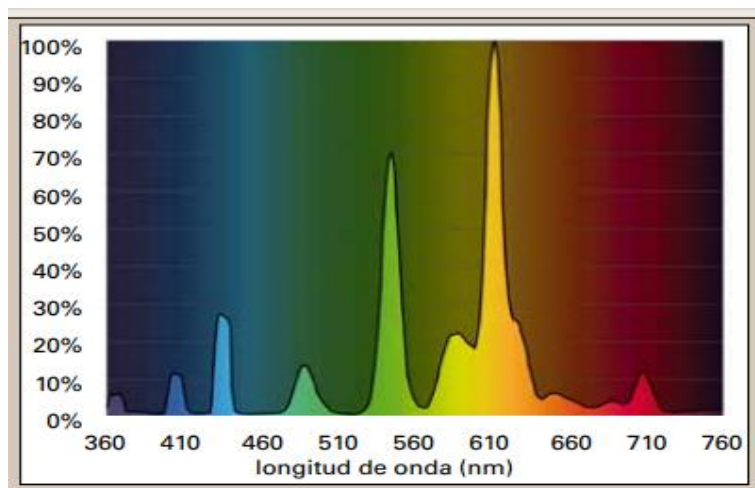
La Luz fluorescente y sus diversas ventajas:

- La energía de este tipo de luz es eficaz.
- El costo para su adquisición es significativamente barato.
- Posee un espectro de luz similar al de la luz incandescente en comparación al color.

- Se pueden encontrar en espectros de luz cálida o fría.
- Su uso dentro de la industria, ha demostrado tener rentabilidad tanto en gallinas ponedoras como en la crianza.

#### La Luz fluorescente y sus desventajas

- Estas lámparas pueden resultar nocivas por contener mercurio.
- La limpieza de estas lámparas resulta complicada, debido a la forma en la que son fabricadas.
- Pueden resultar frágiles a la manipulación por los materiales con los cuales están fabricados entre ellos el metal y el vidrio.
- Se considera que poseen luz blanca, sin embargo, el espectro de luz que emiten varía en dependencia al fosforo que se use en la lámpara.
- Las lámparas requieren de un tiempo previo para lograr su intensidad máxima después de encenderlos.
- Su uso en climas fríos no está recomendado, no son rentables.
- No pueden utilizarse de forma adecuada en lugares donde se requiera encenderse y apagarse varias veces durante el día.



**Figura 3.** Espectro cálido (2700K) luz fluorescente.

**Fuente:** Burrow (2017)

La figura 3 muestra la medida relativa de temperatura dada por los colores espectrales que va desde frío, neutro y cálido, en este caso el espectro cálido de la luz fluorescente

alcanza el pico mas alto a los 610 nanometros y una temperatura de 2700 °K. (Hy-Line, 2017).

### **2.6.12 Luz LED**

Parvin et al (2014) menciona que la palabra LED procede del inglés y que significa “light emitting diode”, lo cual en español quiere decir “diodo emisor de luz”. Este dispositivo que está constituido en su interior por un material semiconductor de energía cubierto por plástico, los cuales mediante la aplicación de una pequeña corriente eléctrica produce luz. El color de la luz emitida dependerá del material semiconductor utilizado en su fabricación.

Moreno (2013) considera que el empleo de luz LED en la avicultura, representa una respuesta efectiva en cuanto al comportamiento de las aves; que están calmadas y menos propensas a agresiones y el picoteo de plumas hacia otras aves. Por otro lado, este tipo de luz es adecuada para los pollitos, ya que es de fácil localización, ayuda a mejorar el crecimiento productivo y reduce a un 0.05% el índice de mortalidad, a comparación de los pollos que son criados por efecto de la estimulación de la luz convencional.

Entre las ventajas de este tipo de luz se mencionan las siguientes:

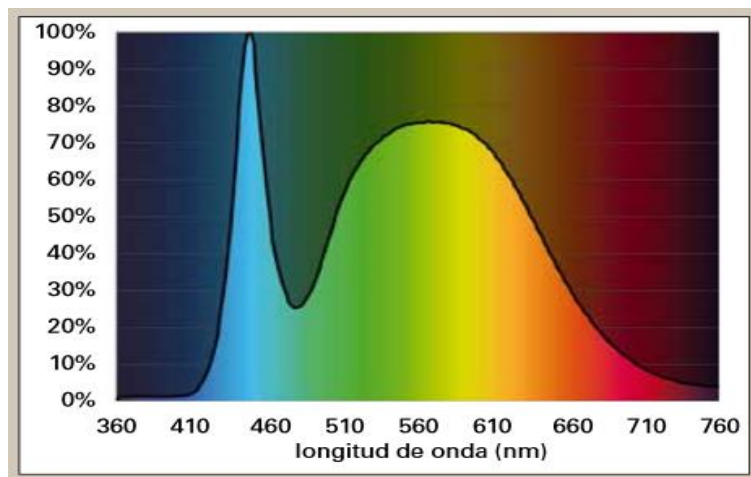
- Brindan un espectro de luz en su totalidad.
- Son lámparas consideradas eficaces dentro de las que miden sus lúmenes por watts.
- Se encuentran diseñados para proporcionar luz en las áreas donde se requiere iluminación.
- Es una lámpara que logra ajustar el color del espectro de su luz en dependencia del fosforo que utilice.
- La luz que emite, es más fácil de atenuar en relación a la luz fluorescente.
- Al atenuar la luz se ayuda a que se alargue la vida útil de la lámpara.
- Su vida útil ofrece un periodo de larga duración que se extiende hasta 10 años y su uso diario con una frecuencia de 16 horas.
- Inmediatamente al encender logran su máximo espectro de luz.



- Son rentables en lugares donde se requiere encender y apagar la luz con frecuencia.
- No muestran cambios en relación al lugar donde se los emplee sea este cálido o frío.

Por otra parte, las lámparas LED presentan algunas desventajas:

- El costo para adquirir este tipo de luz es considerablemente alto.
- Es importante realizar un control frecuente para la disminución de la luz, ya que si no se lo hace la lámpara puede fundirse.
- Este tipo de luz es direccional y necesita de un cristal correcto que le permita enfocar la luz en forma adecuada y con esto cubrir un espacio más amplio.
- Requieren de algunas características dentro del galpón que muchas veces no se posee y por ende se ve la necesidad de cambiar la estructura eléctrica para poder utilizar estas lámparas.
- En el mercado existen lámparas de luces LED más baratas, sin embargo; estas no cumplen con los requisitos para ser empleadas en lugares de producción avícola.



**Figura 4.** Espectro frío (5000K) luz LED.

**Fuente:** Hy-Line (2017)

La figura 4 muestra la medida relativa del espectro frío de la luz LED, alcanza el pico más alto a 440 nanómetros con temperaturas de 5000 °K es decir que, cada temperatura a la que se caliente o enfríe dicho cuerpo emitirá una determinada longitud de onda (color) que tendrá una energía máxima (Hy-Line, 2017).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se efectuó en las instalaciones de la “Granja Experimental La Pradera” perteneciente a la Universidad Técnica del Norte (Figura 5).



*Figura 5.* Mapa de ubicación del estudio.

#### 3.1.1 Ubicación geográfica

**Provincia:** Imbabura  
**Cantón:** Antonio Ante  
**Parroquia:** San José de Chaltura  
**Lugar:** Granja Experimental “La Pradera”  
**Altitud** 2267 m.s.n.m.

**Longitud**                    78° 12' 14,95'' Oeste

**Latitud**                    00° 21' 32,37'' Norte

### **3.1.2 Características climáticas**

Temperatura media anual: 14 - 16 °C

Precipitación media anual: 500 – 750 mm

Clima: Sub-húmedo temperado

### **3.2 Materiales y métodos**

#### **3.2.1 Materiales**

Los materiales utilizados en la investigación tanto de campo como de oficina, se detallan a continuación.

- Galpón Avícola
- Cortinas de polipropileno
- Calentadoras 2 850 kcal
- Gas licuado de petróleo
- Bomba de fumigar
- Polisombra del 80%
- Viruta de madera
- Malla para divisiones

#### **3.2.2 Equipos**

- Comederos tubulares 3kg
- Bandejas
- Bebederos de galón 6 L
- Balanza gramera
- Termómetros de mercurio
- Luces fluorescentes
- Luces LED
- Luces incandescentes
- Medidores digitales

- Abanico colorimétrico

### **3.2.3 Insumos**

- Pollos broiler línea Ross 308
- Balanceado comercial
  - Pre-inicial,
  - Inicial,
  - Crecimiento,
  - Engorde
- Vacunas
  - Gumboro
  - Bronquitis
  - New-Catle

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Factores en estudio**

En la presente investigación se consideraron los siguientes factores de estudio.

##### **Factor A: Sexo**

- S1: Machos
- S2: Hembras

##### **Factor B: Tipo de luz**

- L1: Luz fluorescente
- L2: Luz Incandescente
- L3: Luz LED

### 3.3.2 Arreglo de tratamientos

**Tabla 1.**

*Descripción y codificación de los tratamientos del estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.*

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	L1 x S1	Luz fluorescente x pollo macho
T2	L2 x S2	Luz fluorescente x pollo hembra
T3 (Testigo)	L3 x S1	Luz incandescente x pollo macho
T4 (Testigo)	L4 x S2	Luz incandescente x pollo hembra
T5	L5 x S1	Luz LED x pollo macho
T6	L6 x S2	Luz LED x pollo hembra

### 3.3.3 Diseño experimental

Para la presente investigación, se implementó un diseño de Bloques con divididas con 6 tratamientos y 3 repeticiones, donde el factor A corresponde al sexo y el factor B constituye a los diferentes tipos de luz empleados, ver esquema en el Anexo II.

### 3.3.4 Características del experimento

**Tabla 2.**

*Características del experimento del estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.*

Características del Experimento	
Bloques	3
Tratamientos	6
Total, de unidades experimentales	18
Número de animales por corral	10
Número total de animales experimentales	180
Área total experimental	24m <sup>2</sup>
Área de cada unidad experimental	1m <sup>2</sup>

### 3.3.5 Análisis estadístico

**Tabla 3.**

*Análisis de ADEVA Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Bloque	3-1= 2
Tipo de luz	3-1= 2
Error: B x TL	4
Sexo	2-1 =1
Interacción: B x S	2
Interacción: TL x S	2
Error experimental	4
Total	17

### 3.4 Manejo específico del experimento

#### 3.4.1 Variables a evaluarse

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia
- Índice de eficiencia europeo
- Índice de pigmentación
- Relación beneficio-costos

#### 3.4.2 Consumo de alimento

La medición de esta variable se realizó en las 10 aves por unidad experimental, a las cuales se le suministró el alimento a voluntad la mañana se pesó el alimento, se colocó en los comederos de cada tratamiento. Al siguiente día se pesó el excedente y la diferencia se registró como consumo diario de alimento, de acuerdo a la aplicación de la siguiente Ecuación (I).

(I)

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento sobrante}$$

### 3.4.3 Ganancia de peso total

Para la medición de esta variable se efectuó en el total de 10 animales por unidad experimental, tomando en cuenta el peso inicial como referencia. Dos veces en la semana con la ayuda de una balanza electrónica se pesó las aves y se llevó al registro por cada tratamiento con este parámetro se pudo trabajar para el cálculo de la ganancia de peso semanal y al culminar el estudio la ganancia total, este peso final se restó del peso inicial con la ayuda de la Ecuación (II).

(II)

$$\text{Ganancia de peso total} = \text{Peso semanal} - \text{Peso inicial semanal}$$

### 3.4.4 Conversión alimenticia (CA)

La medición de esta variable, se realizó semanalmente en cada unidad experimental; se consideró el consumo de alimento y el incremento de peso de las aves semanalmente y se procedió a determinar la conversión alimenticia con la Ecuación (III).

(III)

$$C.A = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Carne producida}}$$

### 3.4.5 Índice de eficiencia europeo

Este parámetro se procedió a determinar por cada unidad experimental, para ello se tomó en cuenta la viabilidad de la parvada de cada una de ellas, el peso y los días al saque (42 días) y se consideró la conversión alimenticia para esta variable con la ayuda de la Ecuación (IV)

(IV)

$$IEE = \frac{\text{Viabilidad} \times \text{Peso(Kg)}}{\text{Edad al saque} \times C.A.} \times 100$$

**Viabilidad:** Se expresa en porcentaje dividiendo el número de aves vendidas para la cantidad iniciadas.

**Edad al saque:** periodo de despacho o sacrificio de animales para la venta.

### **3.4.6 Índice de pigmentación**

Esta variable se evaluó en todas las aves de cada unidad experimental, con la ayuda del abanico colorimétrico de roche, aplicando escala de la valoración del color de piel presentado en la epidermis de las patas y se registró estos datos, siendo esta uno de los principales criterios utilizados para el juzgamiento de la calidad del pollo y también de huevos.

### **3.4.7 Relación beneficio-costo**

En esta variable se procedió a calcular la inversión realizada por cada unidad experimental, para lo cual se tuvo en cuenta todos los gastos de instalación, los materiales, insumos y las herramientas que se utilizaron en el experimento, adicional se procedió a calcular de los kw/h con la ayuda de un medidor digital para cada tipo de luz, determinando el consumo de los kw/h por tipo de luz y fijar la rentabilidad de cada tratamiento en estudio.

Para la obtención de los ingresos, se realizó la venta de los pollos en pie de acuerdo a su peso, para lo cual se utilizó una balanza digital y cada libra de carne tuvo un costo de 0,87 centavos; en promedio cada pollo obtuvo un peso de 5 a 7 libras; donde se mostró la diferencia de cada unidad experimental en cuanto a la ganancia de peso final para la venta.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\sum \text{Ingresos}}{\sum \text{Egresos}}$$



### **3.5 Manejo general del experimento**

Las actividades que se desarrollaron en las diferentes etapas fueron las siguientes:

#### **3.5.1. Desinfección del galpón**

Se realizó una limpieza en seco, la misma que consistió en el barrido de la parte interna y externa del galpón, posteriormente; se efectuó una limpieza en húmedo mediante la desinfección del mismo (Figura 6) se aplicó con una bomba de mochila roseando todas las áreas internas y externas del galpón y finaliza con un flameado con el fin de eliminar todos los residuos, de esta manera se evita que se conviertan en vectores de enfermedades, para las dosis de desinfección ver Anexo 4.



*Figura 6.* Limpieza del galpón.

#### **3.5.2. Instalaciones eléctricas**

La electricidad fue distribuida en cada una de las unidades experimentales (Figura 7) además, se instaló un timer el cual ayudó al encendido y apagado de las luces automáticamente, se instaló tres focos por cada bloque a una altura de 2 metros desde el piso, también se procedió a revisar la cantidad de luxes para cada bloque en diferentes puntos el cual fue de entre 80 y 90 luxes obteniendo la iluminación equitativa en toda el área, el objetivo fue contar con buena iluminación, para dar seguimiento al experimento, verificar que tengan suficiente alimento y agua, además de evitar plagas como ratones y animales alledaños al galpón.



*Figura 7.* Distribución de la iluminación.

### **3.5.3. Encortinado del área de ensayo.**

Se distribuyeron en las ventanas del galpón interna y externamente (Figura 8) las cuales antes de colocarlas fueron lavadas, desinfectadas y expuestas al sol para ser secadas. Las cortinas cumplieron con la función de lograr una temperatura y ventilación diaria adecuada para los pollos, para lo cual se mantuvo un manejo estricto de bajada y subida de las mismas guiándose en la temperatura, que fue controlada con la ayuda de un termómetro.



*Figura 8.* Colocación de cortinas.

### **3.5.4. Ubicación de calentadoras**

Las mismas que se ubicaron estratégicamente, es decir; a una altura que permita abarcar a todos los pollos, ya que contaba con una capacidad de 200 pollos (Figura 9). Esta fue la

encargada de proporcionar el calor necesario a los pollos bebés en sus primeros días de vida y así alcanzar la temperatura requerida.



*Figura 9.* Ubicación de criadoras.

### **3.5.5. Colocación de la cama**

Se colocó una capa de viruta de 10 cm de altura, la misma que se procedió a calentar para que actué como un aislante térmico, también debe poseer buena capacidad de absorción para mantener la humedad baja entre el 4 y 12 % y así los pollitos puedan mantenerse en un estado de confort. Los primeros días y posteriormente les sirve de descanso y evitar posibles problemas en patas, no se recomienda subproductos que contengan sustancias tóxicas, taninos o dioxina, se realiza un desinfectado para evitar patógenos hongos, salmonellas o virus. (Figura 10).



*Figura 10.* Colocación de la cama.

### 3.5.6. Instalaciones de bebederos y comederos

Los comederos para la primera semana, fueron bandejas: a partir de la segunda semana se utilizaron comederos tubulares y bebederos de galón uno por cada unidad, previamente el material se lavó y desinfectó, posteriormente y de acuerdo al desarrollo del pollo fueron elevados desde el piso progresivamente, de manera que los pollos tengan la facilidad de tomar el alimento y agua (Figura 11).



*Figura 11.* Incorporación de comederos y bebederos.

### 3.5.7. Recepción del pollo

Antes de la recepción de los pollos, se consultó con el distribuidor la hora aproximada de llegada, con el fin de mantener los bebederos listos y controlar la temperatura requerida, por esta razón se encendió la criadora cierto tiempo, para entonces los pollos tenían la edad de 4 horas.

El agua para el primer día contenía vitaminas y electrolitos, para recuperar la energía perdida durante el viaje, de la misma manera se proporcionó el alimento en bandejas para que los pollos se alimenten y se familiaricen con la comida (Figura 12).

Al momento de la llegada de los pollos, se procedió a revisar que todos estén bien y no exista ningún muerto, seguidamente se realizó el pesaje, así se conoció el peso de llegada y se colocó en la cama para que puedan aclimatarse y alimentarse.





*Figura 12.* Recepción de los pollos.

### 3.5.8. Manejo de la iluminación

El primer día se proporcionó 23 horas luz y una hora de oscuridad y a partir del segundo al séptimo día se proporcionó un total de 22 horas luz. Esto se realiza para estimular el consumo de pienso y agua, por tanto, permite un buen desarrollo digestivo en las aves.

Desde el octavo hasta el veintavo día únicamente se proporcionó horas de luz natural y a partir del día 21 en la etapa de engorde se inició con el programa de luz propuesto para la investigación (Figura 13) el cual consistió en proporcionar 12 horas de luz natural de (06:00 / 17:00 h), más 9 de luz artificial de (17:00 a 2:00 h). Las luces se encendían automáticamente con la programación de un temporizador.



*Figura 13.* Manejo de la iluminación.

### 3.5.9. Manejo de temperatura

La temperatura, representa un factor importante que debe controlarse constantemente para lograr un ambiente acorde a las necesidades del ave. Con la ayuda de un termómetro de mercurio se procedió a monitorear a diario la temperatura tomando referencia el programa de manejo del Anexo 3. (Figura 14). Cuando la temperatura era alta se procedió a equilibrar con manejo de cortinas bajarlas cuando existió altas temperaturas, de igual manera si la temperatura era baja se procedió a encortinar el galpón más la ayuda de calentadoras a gas.



*Figura 14.* Apertura de las cortinas y monitoreo del termómetro.

### 3.5.10. Manejo de espacios

La densidad de las aves (Figura 15) está relacionadas con los objetivos de rendimiento, desempeño y control sobre el ambiente, para así evitar condiciones de hacinamiento y mortalidad por exceso animales por metro cuadrado, la densidad permite que las aves tengan un mayor espacio para moverse, oxigenarse, buscar alimento y descansar (Quintana, 2011). Se inició con una densidad de 60 pollos/m<sup>2</sup> y conforme las aves crecían se proporcionó el espacio requerido hasta llegar al día 21, en donde se ubicaron en cada unidad experimental, para observar las densidades con las que se trabajó ver Anexo 3.



*Figura 15.* Manejo de espacios.

### **3.5.11. Manejo Sanitario**

Todo manejo sanitario debe constar de los conocimientos necesarios de la especie a tratar, el chequeo médico general a la llegada de las aves, además se debe contar de un diseño correcto de las instalaciones, la limpieza y la desinfección de los materiales a utilizar. En la recepción de los pollos se suministró alimento y antibiótico, pasado el lapso de 8 días se aplicó vacunación, los procedimientos ejecutados siguieron una programación de manejo que se encuentra adjunto en el Anexo 3



*Figura 16.* Vacunación de pollos.

### **3.5.12. Actividades diarias**

Todos los días se proporcionó alimento en buen estado, esto se realizó a las 08:00 h, en cantidad necesaria y agua de calidad, realizando previamente la limpieza de bebederos y

comederos. Se llevaron registros diarios de alimentación, vacunación, temperatura y mortalidad. La mortalidad, fue enterrada en una fosa, manteniendo el manejo sanitario en el galpón.

Se controló que la temperatura durante los primeros 21 días de acuerdo al programa establecido Anexo 3 para que no existiera exceso de calor ni presencia de frío, esto se logró manteniendo un manejo adecuado de cortinas y constante monitoreo de los termómetros.

Dos veces en la semana se realizó el pesaje de los pollos y se verificó el consumo de alimento que se le proporcionó a las aves (Figura 17).



*Figura 17.* Pesaje de pollos y toma de pigmentación.



**CAPITULO IV**  
**4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación, se presentan los resultados de las variables obtenidos en la investigación, los mismos que fueron analizados con la ayuda del paquete estadístico InfoStat (versión, 2017) para su interpretación.

**4.1 Consumo de alimento**

El análisis de varianza de la variable consumo de alimento (Tabla 4) indica que no existe interacción entre sexo y los estímulos lumínicos ( $F=0.07$ ;  $gl=2,10$ ;  $p=0.9301$ ) sin embargo, presenta diferencias significativas para el factor sexo ( $F=31.98$ ;  $gl=1,10$ ;  $p=0.0002$ ) independientemente del estímulo lumínico.

**Tabla 4.**

*Análisis de varianza para el consumo de alimento total.*

Fuente de Variación	Grados de libertad (t)	Grados de libertad (e)	F-valor	p-valor
Sexo	1	10	31.98	0.0002
Luz	2	10	0.30	0.7499
Sexo:luz	2	10	0.07	0.9301

Al existir diferencias estadísticas significativas para el sexo se procedió a realizar la prueba de media de Fisher 5% (Tabla 5) indica que para pollos machos se obtuvo mayor consumo de alimento y se ubica en el primer rango 3502.67 g superando a las hembras con el 7.67% ocupando el segundo rango para ingesta de alimento.

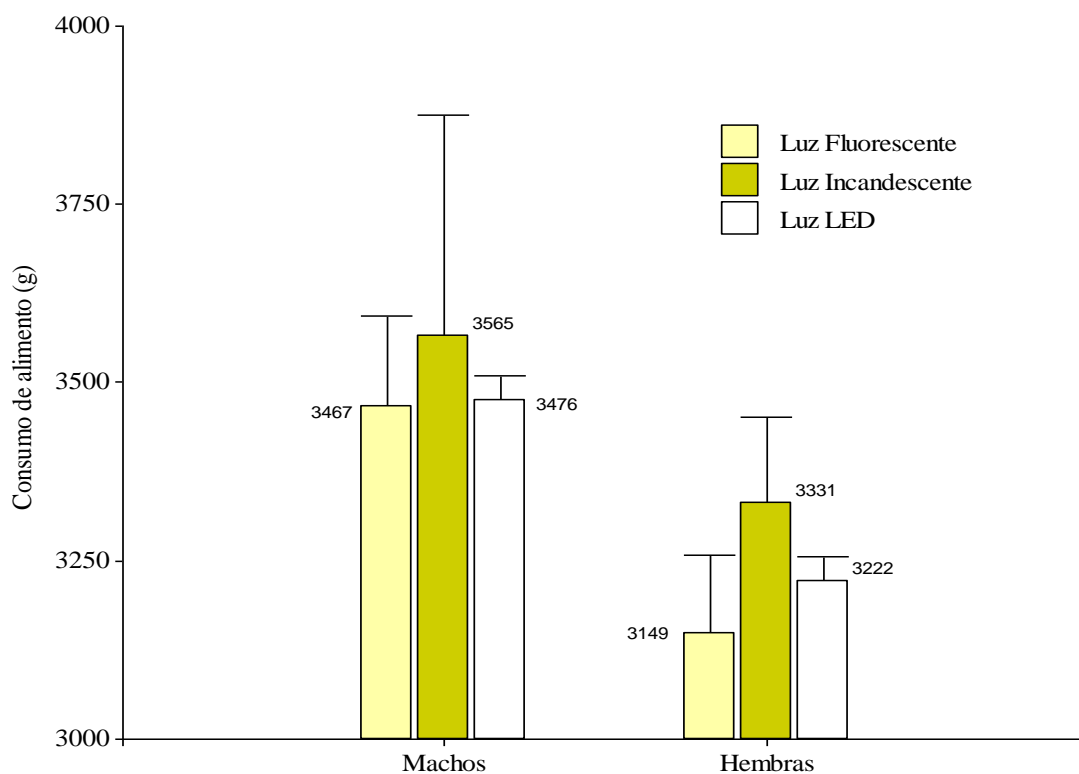
**Tabla 5.**

*Prueba de Fisher para la variable consumo de alimento total.*

Sexo	Medias	E.E	Rango
Macho	3502.67	88.54	A
Hembra	3234.11	88.54	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Los valores promedios del consumo de alimento total de las unidades experimentales en estudio (Figura 18) indican que para la luz LED, el consumo de alimento fue superior en los tratamientos con luz incandescente, tanto para hembras y machos. En tanto que para el tratamiento con fluorescente en machos y hembras fue menor al igual que los tratamientos con luces LED.



**Figura 18.** Consumo de alimento total por sexo y tipo de luz.

En la presente investigación, los resultados que se obtuvieron, demuestran que no existen diferencias significativas entre el empleo de diferentes tipos de luz y su influencia en el consumo de alimento en las aves, similares resultados obtuvieron Ghuffar, Rahman, Siddque, Ahmad, y Khan (2009) quienes al término de su estudio no obtuvieron significancia para la ingesta de alimento, estos autores proporcionaron diversas fuentes de iluminación de tipo (incandescentes, fluorescentes, haluros metálicos y sodio de alta presión) sin embargo; al comparar los valores promedios reportan 4 018 g para luz incandescente y 4 005 g luz fluorescente, los mismo que son superiores para los valores de la presente investigación ver Anexo 6.

Seber, Moura, Lima y Massari (2018) en su investigación no encontraron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) al aplicar luces incandescentes y luces LED, en sus tratamientos para la variable consumo de alimento, puesto que afirman que la luz es un factor importante en el desarrollo psicológico y zoológico de las aves. A pesar de no obtener diferencias estadísticas obtuvieron valores de 4 901 g para luz incandescente y 4 859 g para luz LED, valores superiores con 27 y 28 % superiores en comparación con el presente estudio.

Deep et al (2010) afirman que la luz, no interviene en el consumo de alimento de las aves, ya que en su estudio, no se obtuvieron resultados estadísticos significativos, realizado bajo varias intensidades de luz (1, 10, 20, 40 lx) y reportaron promedios para consumo de alimento de 3 791 , 3 785, 3 758 y 3 749 g respectivamente sin embargo, afirman que la intensidad de la luz tiene un rol fundamental en el comportamiento y la producción avícola permitiendo un mejor desarrollo y funcionamiento de sus órganos (Deep et al, 2011).

Rodrigues, Naas, Garófallo y Ribeiro (2014) no encontraron diferencias estadísticas significativas, reportaron consumos promedios de 4 704 g para luz LED roja, 4 543 g LED azul y 4 526 g para lámparas fluorescentes, pero afirman que la luz ideal proporciona máxima producción y reduce gastos energéticos.

Un aspecto que cabe destacar en la investigación realizada, es la diferencia significativa que existe para el factor sexo frente al consumo de alimento, en donde es posible observar como los pollos machos obtuvieron un mayor consumo de alimento con respecto a las hembras (Tabla 5) esto ratifica el manual de Ross 308 donde los pollos machos consumen más alimento que las hembras por dicotomía sexual, reportando datos para ingesta de alimento de 3 936 y 3 494 g respectivamente, valores superiores con 11 y 7.4 % a la presente investigación (AVIAGEN, 2017).

Paixão et al (2011) reportan diferencias estadísticas significativas para el factor sexo independientemente de las luces en estudio, siendo los machos quienes consumieron más alimento con un valor de 21,94 kg y representa el 8.06% menos para las hembras.

## 4.2 Ganancia de peso total

Una vez realizado el análisis de varianza con respecto a la variable ganancia de peso total (Tabla 6) los resultados indican que no existe interacción entre sexo y los estímulos lumínicos ( $F=1.10$ ;  $gl=2,10$ ;  $p=0.3702$ ) sin embargo, presenta diferencias estadísticas significativas para el factor sexo ( $F=7.91$ ;  $gl=1,10$ ;  $p=0.0184$ ) independientemente del estímulo lumínico.

**Tabla 6.**

*Análisis de varianza para la ganancia de peso total.*

Fuente de Variación	Grados de libertad (t)	Grados de libertad (e)	F-valor	p-valor
sexo	1	10	7.91	0.0184
luz	2	10	1.01	0.3977
sexo:luz	2	10	1.10	0.3702

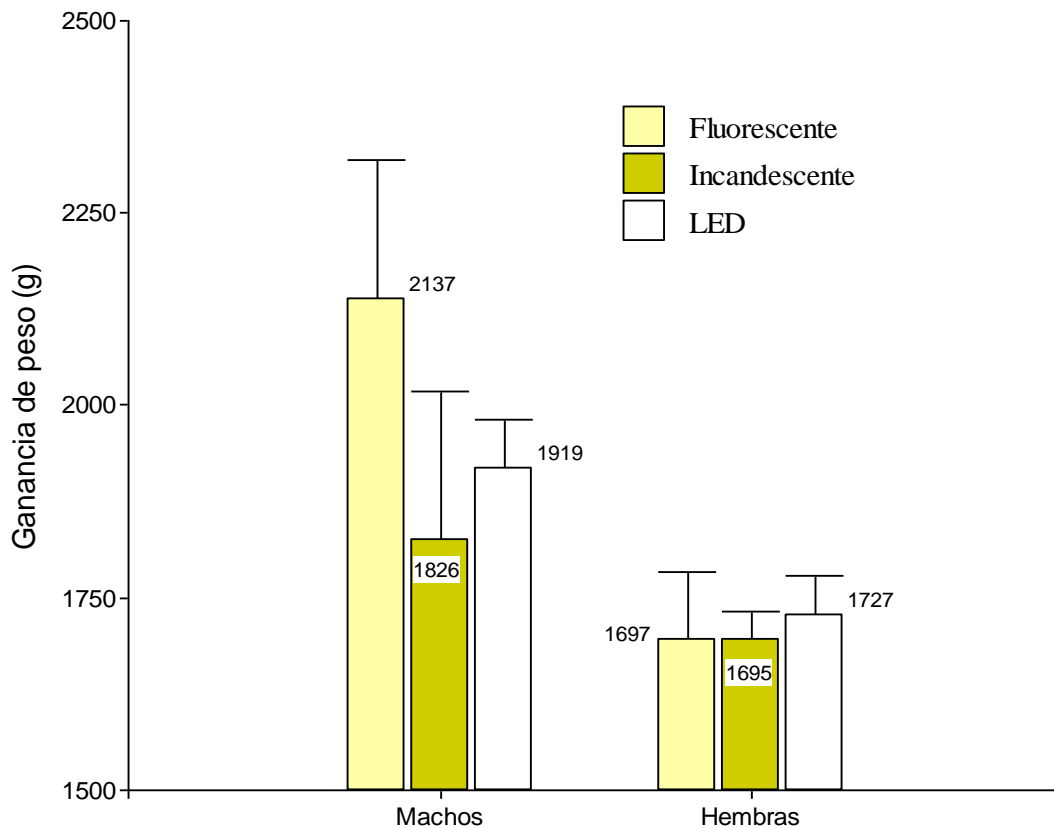
La prueba de medias de Fisher 5% (Tabla 7) indica que, para pollos machos, se obtuvo mayor ganancia de peso, este resultado se ubica en el primer rango con una media de 1 960.38 gr superando a las hembras con el 12.98%. de mayor crecimiento, de igual manera el manual de Ross 308 afirma que los machos ganan más peso comparado a una hembra reportan valores de 2 128 y 1 809 g respectivamente, valores superiores con 7.87 y 5.69 % al presente estudio, esto hace referencia a la dicotomía sexual (AVIAGEN, 2017).

**Tabla 7.**

*Prueba de Fisher para la variable ganancia de peso total.*

Sexo	Medias	E.E	Rango
macho	1960.38	77.82	A
Hembra	1705.92	77.82	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*



**Figura 19.** Ganancia de peso total por sexo y tipo de luz.

En la figura 19, se observa que existe diferencia matemática del 14.5% más de incremento entre la luz fluorescente frente a la luz incandescente y 10.2% más que las lámparas LED en machos, mientras que en hembras la luz LED fue superior para incandescente y fluorescente con 1.8 y 1.7 % respectivamente, sin embargo, no existió diferencia significativa para la interacción entre tipo luz y sexo; de igual manera, sucede con la investigación de Rodrigues, Naas, Garófallo y Ribeiro (2014) ya que al proporcionar diferentes tipos de luz LED (rojo y azul) y fluorescente no encontraron diferencias estadísticas significativas obteniendo medias entre 2 976 y 2 870 g a 430 m de altitud con una densidad de 12 aves/m<sup>2</sup> durante la etapa inicial hasta la finalización. Además, afirman que este parámetro es de suma importancia para mejorar el desarrollo fisiológico de las aves, sin embargo; obtuvieron significancia estadística para el factor sexo independientemente del tipo de luz al igual que la presente investigación.

En tanto que, Seber et al (2018) en su trabajo, no obtuvieron diferencias estadísticas significativas para ganancia de peso al evaluar dos tipos de luz LED e incandescente a una altitud de 432 m con temperaturas media entre 16 a 25 °C en el que obtuvieron medias de 2 855 y 2 773 respectivamente durante 42 días. De igual manera Paixão et al (2011), no reporto diferencias estadísticas al proporcionar luces LED y fluorescentes compactas para la variable ganancia de peso.

### 4.3 Conversión alimenticia

El análisis de varianza (Tabla 8) con respecto a la variable conversión alimenticia indican que no existe interacción entre sexo y los estímulos lumínicos (F=0.63; gl=2,10; p=0.5542)

**Tabla 8.**

*Análisis de varianza para la conversión alimenticia.*

Fuente de Variación	Grados de libertad (t)	Grados de libertad (e)	F-valor	p-valor
sexo	1	10	2.19	0.1697
luz	2	10	1.64	0.2425
sexo:luz	2	10	0.63	0.5542

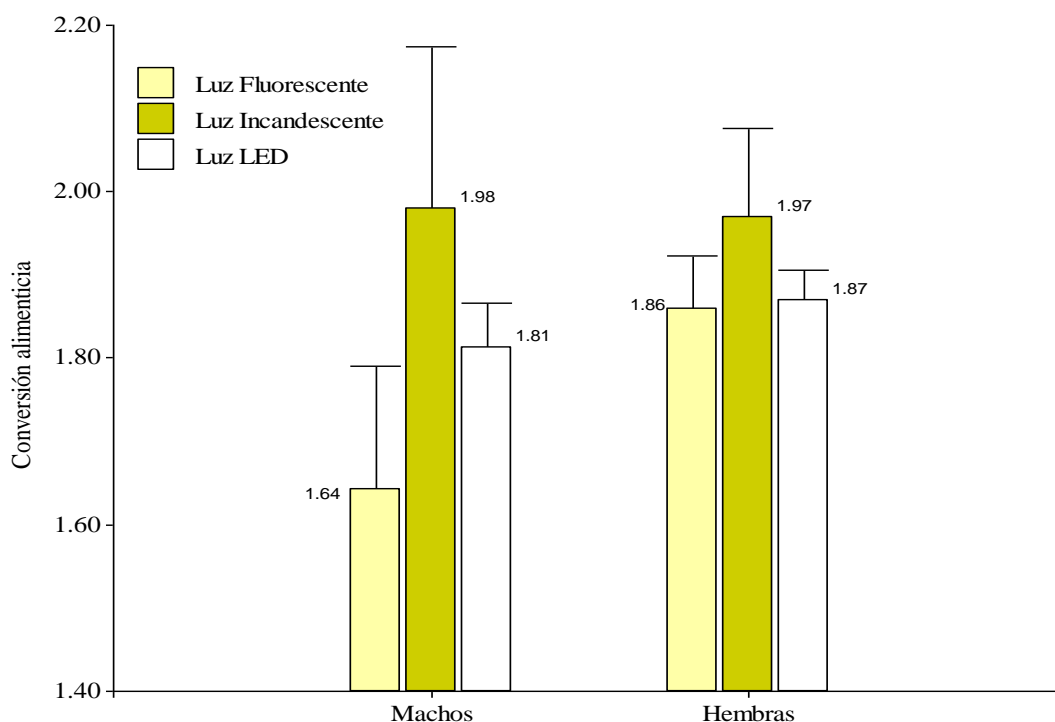


Figura 20. Conversión alimenticia por sexo y tipo de luz.

Los valores promedio de conversión alimenticia, indican que los tratamientos con luz fluorescente presentaron el mejor índice de conversión alimenticia (1.64 y 1.86 para machos y hembras respectivamente) seguidos por los tratamientos de luz led que presentan un valor de (1.81; 1.87) respectivamente, a diferencia las aves con luz incandescente presentaron la conversión alimenticia menos eficiente con valores de similares para hembra y macho de 1,98 lo que indica que la unidades del T1 respondieron mejor al estímulo con luz fluorescente, siendo más eficientes con un 11% y 5,5% machos y hembras respectivamente, frente al T3 y T4.

Los resultados obtenidos en esta investigación son corroborados por AVIAGEN (2017) quien en su manual da a conocer que la conversión alimenticia en la etapa de engorde en broiler es de 1.8 y 1.9 para machos y hembras respectivamente.

Los datos obtenidos para la conversión alimenticia en el presente estudio, arrojan valores estadísticos no significativos, los mismos que se pueden observar en la tabla 10 y figura 6, estos datos son similares a los resultados obtenidos por Paixão et al (2011), al investigar

diferentes tipos de luces en la crianza de aves, en el que la conversión alimenticia no proporcione diferencias significativas.

Raccoursier et al (2016) probaron el estímulo de luces con diferente rango de luminosidad en aves, obteniendo resultados similares a los descritos anteriormente; (5lx:  $1.592 \pm 0.002$ , 10 lx:  $1.582 \pm 0.002$  y 20 lx:  $1.589 \pm 0.002$ ). Seber et al (2018) reporta índices de CA de 1.87 para luz incandescente y 1.72 para luz LED que son resultados similares a la presente investigación.

Ghuffar et al (2009) usando diferentes tipos de luz como incandescente y fluorescente, obtuvieron en su investigación datos que resultan no significativos para el factor de conversión alimenticia, cuyos resultados fueron ( $1.67 \pm 0.133$ ) para la luz incandescente y ( $1.62 \pm 0.138$ ) para la luz fluorescente.

#### 4.4 Índice de Eficiencia Productivo

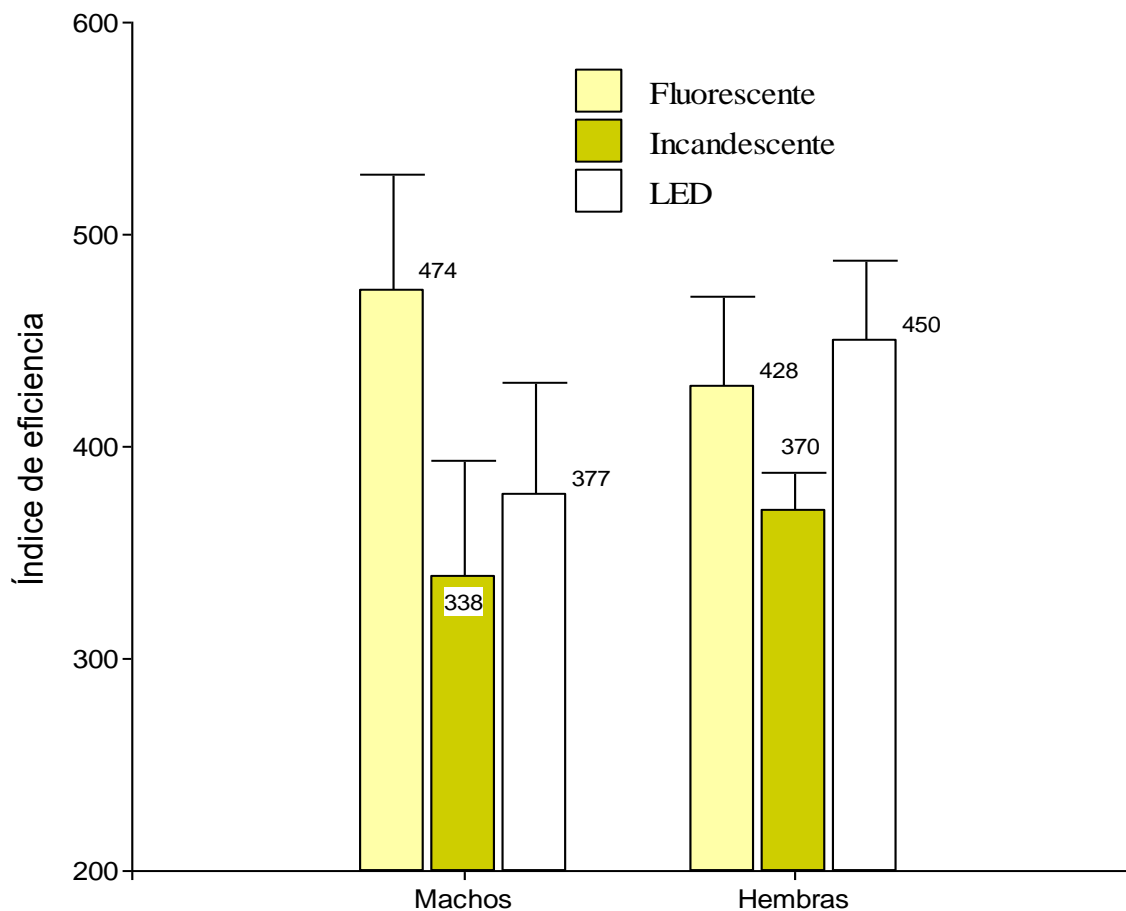
El análisis de varianza (Tabla 9) con respecto a la variable Índice de Eficiencia Productivo o IEE, indican que no existe interacción entre sexo y los estímulos lumínicos ( $F=0.89$ ;  $gl=2,10$ ;  $p=0.4392$ )

**Tabla 9.**

*Análisis de varianza para el Índice de Eficiencia Productivo. (IEP)*

Fuente de Variación	Grados de libertad (t)	Grados de libertad (e)	F-valor	p-valor
sexo	1	10	0.29	0.6032
luz	2	10	2.38	0.1429
sexo:luz	2	10	0.89	0.4392





**Figura 21.** Índice de Eficiencia Productivo por sexo y tipo de luz.

Los valores IEP indican que los tratamientos con luz fluorescente en primer lugar seguidos de luz Led fueron muy superiores a los obtenidos con luz incandescente tanto en macho como en hembras, (29% y 24% mayor respectivamente, las aves con luz incandescente según este índice presentaron la menor eficiencia productiva

Los resultados obtenidos para el Índice de Eficiencia Productivo en el presente estudio, indican que no existe diferencias estadísticas significativas, los mismos que se pueden observar en la tabla 12 y figura 7. Este índice permite conocer el desempeño técnico de una parvada, ya que mientras más alto sea su valor mejor será el rendimiento zootécnico (Quintana, 2011).

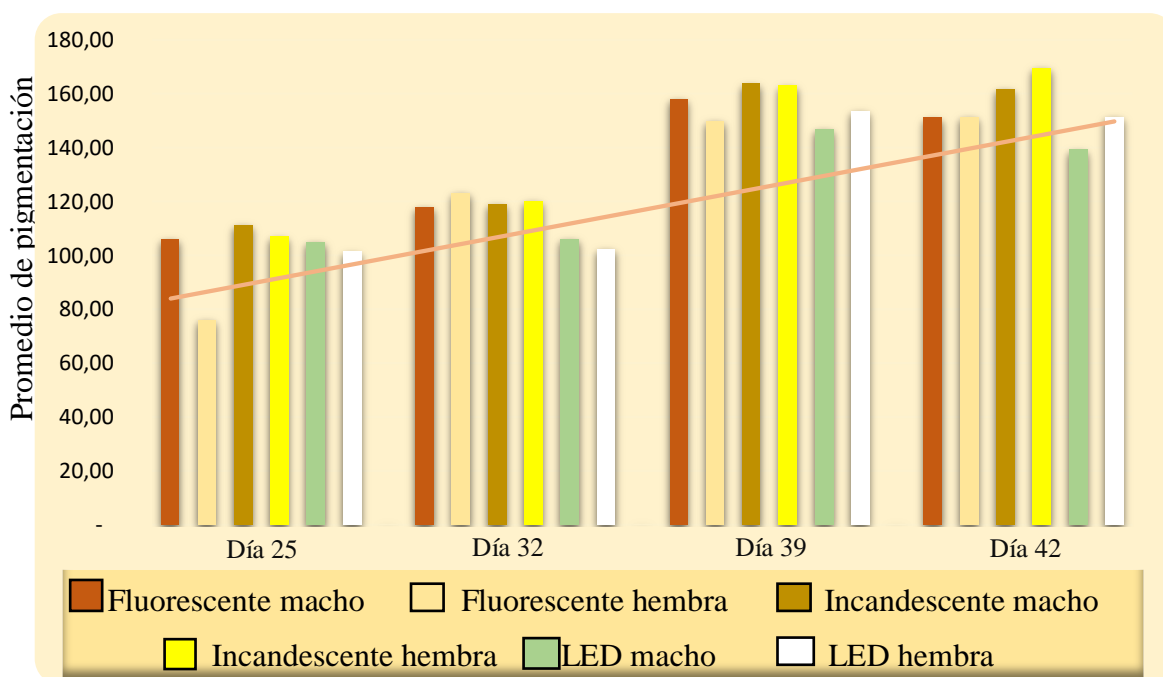
#### 4.5 Índice de pigmentación

El análisis estadístico para la variable índice de pigmentación (Tabla 10) muestra que existe asociación entre los estímulos lumínico y la pigmentación de piel de los tarsos ( $P < 0,0001$ )

**Tabla 10.**

*Análisis estadístico para la variable índice de pigmentación.*

Estadístico	Chi <sup>2</sup>	Grados de libertad	Valor Cramer	Coefficiente Pearson	P-Valor
Pigmentación de piel	612,18	66	0,37	0,70	<0,0001



**Figura 22.** Índice de pigmentación en patas por sexo, tipo de luz y tiempo.

Los resultados alcanzados en la presente investigación, indican que la pigmentación en patas es un proceso natural acumulativo y de progresión continua como se muestra en la figura 22, donde la tonalidad aumenta en función del tiempo y se mantiene a partir del día 39, mientras que la luz fluorescente tiene mayor cantidad de pigmentación, la cual se atribuye al espectro luminoso del color amarillento y luz cálida que emite este tipo de lámparas (Arellano, 2017). Los resultados finales mostraron que los estímulos bajo luz fluorescente fueron 12% más pigmentante que la incandescente y 23% mayor que la LED.

A través del análisis de las tablas de contingencia se determinaron valores de Chi<sup>2</sup>, Cramer, Coeficiente de Pearson y el P-valor (Tabla 10), se identificó que existe asociación para los factores en estudio los mismos que resultaron significativos, los tratamientos que aportan pigmentación son los que se emplea luz fluorescente esta variable cualitativa tiene un comportamiento diferente a las demás por factores intrínseco determinado por el espectro de luz.

Al respecto, Gonzales (2009) menciona que los estímulos lumínicos interfieren en la pigmentación que toman los animales durante su tiempo de crianza; las aves poseen fotorreceptores retinales los cuales captan las ondas que emiten cierto tipo de lámparas, lo que promueve la alimentación y con ello un mejor aspecto en la piel debido a estímulos que emite las hormonas que intervienen en la fijación de los carotenoides.

De igual manera, Grieve y Rubinoff (2015) mencionan que la luz fluorescente es una de las más idóneas para el estímulo de las aves, ya que presentan espectro visible cálido alcanzando 610nm; los mismos que reportan una mayor banda de colores que van desde el amarillo naranja hasta colores como rojo que se obtiene con bombillos que presentan calor, a esto se le atribuye que influye directamente en el color de la piel de los seres vivos (Arellano, 2017).

Con base a lo anterior, Luque y Molina-Calle (2017) ratifican que la importancia de los carotenoides dentro de la avicultura radica en el valor visual que tiene para el ser humano en la tonalidad de los alimentos antes de su consumo, en este caso, la carne de pollo y los huevos con pigmentación más amarillenta se consideran que provienen de animales sanos y por ende su comercialización es más factible.

Naturalmente el cerebro de las aves tiene dos zonas especializadas en la visión, en donde el hipotálamo y el cerebro anterior a través de los fotorreceptores que se encuentran en la retina y la melanina producida por la glándula pineal, captan las ondas lumínicas de acuerdo al color del estímulo. Arellano (2017) en su estudio en pollos de engorde menciona que el color rojo y sus tonalidades, es la mejor opción para la instalación de programas de luz en aves, ya que le distinguen de mejor manera y produce un mayor estímulo en el pigmento de la piel.

#### 4.6. Relación beneficio-costo

La (Tabla 11) muestra el análisis económico en el que se consideró los egresos determinados por los costos de producción (Anexo 4) de los tratamientos, los ingresos fueron obtenidos con la venta de los pollos en pie.

**Tabla 11.**

*Análisis económico de los tratamientos.*

CONCEPTO	T1 (USD)	T2 (USD)	T3 (USD)	T4 (USD)	T5 (USD)	T6 (USD)
<b>COSTOS FIJOS</b>						
Pollos	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Desinfectantes	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557
Vacunas	0,522	0,522	0,522	0,522	0,522	0,522
Vitaminas	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
Antibiótico	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Gas	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Viruta	4,98	4,98	4,98	4,98	4,98	4,98
Mano de obra	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25
Otros	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
Alimentación	58,56	53,07	58,56	56,73	56,73	54,08
Luz	1,29	1,29	2,08	2,08	0,19	0,19
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>107,83</b>	<b>102,34</b>	<b>108,62</b>	<b>106,79</b>	<b>104,90</b>	<b>102,24</b>
<b>INGRESOS</b>						
<b>Venta de animales en pie</b>						
Total en libras	187,1	155,70	167,1	159,4	172,5	158,0
Precio unitario libra	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>162,78</b>	<b>135,46</b>	<b>145,38</b>	<b>138,68</b>	<b>150,08</b>	<b>137,46</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>1,51</b>	<b>1,32</b>	<b>1,34</b>	<b>1,30</b>	<b>1,43</b>	<b>1,34</b>

De acuerdo al análisis económico detallado en la tabla 8, todos los tratamientos muestran rentabilidad en lo que concierne a la relación beneficio/costo, destacando al T1 (luz fluorescente macho) con un beneficio/costo 1.51 dólares, (por cada dólar invertido 51 centavos de utilidad) valor que supera en 18% al T5 que le corresponde a la luz LED machos (43 centavos por cada dólar invertido) y aproximadamente 36% de mayor utilidad

sobre el los T2 que presentaron de 30 a 34 centavos de utilidad para machos y hembras, por cada dólar invertido.

Tomando en cuenta los ingresos por venta de los pollos y asumiendo un pago igual para todos los tratamientos, los machos tratados con lámparas fluorescentes obtuvieron la mejor utilidad, ya que; al proporcionar luz artificial, los pollos disponen del tiempo suficiente para realizar sus funciones vitales como, por ejemplo: comer, beber y procesos conductuales (Xie et al, 2008).

Coello (2015) en su investigación de estímulos con diferentes potencias, menciona que la relación benéfico-costo para luz fluorescente 1.32 y para luz incandescente es de 1.28 resultados menores con 12% y 4.4% a la presente investigación.

#### **4.7 Prueba de hipótesis**

Con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alternativa, demostrando así que: al menos un tipo de luz tiene efecto sobre la pigmentación y parámetros productivos del pollo, pues la luz fluorescente tiene efectos positivos para la ganancia de peso, mejorando la eficiencia de la conversión alimenticia y productiva además el estímulo demostró ser un factor físico pigmentante.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- La luz fluorescente en machos hembras generó mayor ganancia de peso que los otros tipos de luz, influyendo directamente en el índice de conversión alimenticia, el cual fue más eficiente 11% en machos y 5,5% en hembras que las unidades con luz incandescente.
- El índice de eficiencia productiva fue superior en las unidades con la luz fluorescente (29% y 24% en machos y hembras respectivamente) que la luz incandescente la cual presentó la menor eficiencia productiva.
- La pigmentación de la piel en los tarsos de los broiler bajo estímulo fluorescente fue 12% superior al valor alcanzado con luces incandescentes y 23 % mayor, al de luces LED.
- La luz fluorescente que obtuvo mayor beneficio-costos con 1.51 dólares, (51 centavos de utilidad por cada dólar invertido) superando en 11% a la luz incandescente y 5% a la luz LED, en rentabilidad.

## 5.2 Recomendaciones

- Desarrollar estudios, con diversos estímulos lumínicos en otras etapas productivas para determinar en qué época es más oportuna la iluminación y sus efectos sobre los parámetros productivos.
- Analizar programas de iluminación de los galpones avícolas de producción carne, con uso de bombillas LED a largo plazo con la finalidad de comprobar su hipotética mejor eficiencia económica y mayor resistencia.
- Realizar estudios complementarios o comparativos con otras líneas de aves productivas empleando nuevas fuentes de iluminación o diferentes tonalidades de luz en diferentes condiciones de manejo y ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, A., Alm El-Dein, A., Desoky, A., Galal, A. (2008). The effects of photoperiod programs on broiler chicken performance and immune response. *International Journal of Poultry Science*, 7(7), 665-671.
- Álvarez, A., Pérez, H., Martín, T., Quincosa, J., y Sánchez, A. (2009). *Fisiología animal aplicada*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=vyAj6ngqa0UC&pg=PA290&dq=anatomia+y+fisiologia+de+la+cabeza+de+las+aves&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwisxNz6iN3kAhVItkKHbxuBYIQ6AEIUTA#v=onepage&q=anatomia%20y%20fisiologia%20de%20la%20cabeza%20de%20las%20aves&f=false>
- Alzamora, E. (2017). *Evaluación del efecto de un pigmento orgánico presente en harina de zanahoria, (daucus carota) sobre la coloración en carcasas de pollos broiler* (tesis de pregrado). Universidad de las Americas, Quito, Ecuador.
- Appleby, M., y Boy, N. (1992). *Sistemas de producción avícola: Comportamiento, gestión y bienestar*. Wallingford: CAB International.
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2017). *Iuminación*. Ecuador; ARCONEL. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000719.pdf>
- Arellano, G. (2017). Visión del entorno y necesidades de iluminación del pollo de carne. *AviNews*, 18-23.
- Arellano, G. (2017). Elección del sistema de iluminación en pollos de carne *AviNews*.
- Agencia de Regulacion y Control de Electricidad. (2017). Pliego tarifario para las empresas eléctricas:. Recuperado, de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Pliego-y-Cargos-Tarifarios-SPEE-2017.pdf>
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*, 20, octubre.
- AVIAGEN. (2014). Manual de manejo: pollo de engorde Ross. Recuperado de: [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf)



- AVIAGEN. (2017). *Ross 308 AP*:. Objetivos de rendimiento. AVIAGEN. Recuperado de [http://es.staging.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Ross308AP-Broiler-PO-2017-ES.pdf](http://es.staging.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross308AP-Broiler-PO-2017-ES.pdf)
- Barroeta, A., Izquierdo, D., y Pérez, J. *Manual de avicultura: Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria*. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Recuperado de [http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA castella.pdf](http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA%20castella.pdf)
- Boshouwers, F., y Nicaise, E. (1993). Artificial light sources and their influence on physical activity and energy expenditure of laying hens. *British poultry science*, 34(1), 11-19.
- Burrow, N. (2017). *Eficiencia energética en las aves de corral de la casa iluminación*. EU; Service Concepts Coop. Recuperado de [https%3A%2F%2Fcdn.fsbx.com%2Fv%2Ft59.270821%2F11657013\\_895135037210649\\_208796569\\_n.pdf%2FEnergy\\_Efficiency\\_in\\_Poultry\\_House\\_Lighting.pdf%3Foh%3Df50642811ba4534f171caeb9db4297aa%26oe%3D595CBDC0%26dl%3D1&h=ATN4cebsa0cX0tUdsr](https%3A%2F%2Fcdn.fsbx.com%2Fv%2Ft59.270821%2F11657013_895135037210649_208796569_n.pdf%2FEnergy_Efficiency_in_Poultry_House_Lighting.pdf%3Foh%3Df50642811ba4534f171caeb9db4297aa%26oe%3D595CBDC0%26dl%3D1&h=ATN4cebsa0cX0tUdsr)
- Cano, F. (2018). *Anatomía específica de aves: aspectos funcionales y clínicos*. Murcia, España.: Universidad de Murcia. Recuperado de [https://www.hyline.com/userdocs/pages/TU\\_LIGHT\\_SPN.pdf](https://www.hyline.com/userdocs/pages/TU_LIGHT_SPN.pdf)  
<https://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/anatomia-aves-10.pdf>
- Carvajal-Tapia, J., Martínez-Mamian, C., Vivas-Quila, N. (2017). Production parameters evaluation and pigmentation of poultry fed with squash flour. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15 (2), 93-100. doi: [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)93-100](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)93-100)
- Castello, J. (2013). Instalaciones de iluminación en los criaderos de pollos. Guissona. Recuperado de <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2013/4/7249-instalaciones-de-iluminacion-en-los-criaderos-de-pollos.pdf>
- Clara, M. (2008). *Anatomía y Fisiología de las Aves*. Academic. Recuperado de [http://zvert.fcien.edu.uy/nuevos\\_cursos/practico\\_08\\_y\\_09\\_aves.pdf](http://zvert.fcien.edu.uy/nuevos_cursos/practico_08_y_09_aves.pdf)
- Cavanillas, B. (2015). Iluminación LED para la reducción de costos energéticos en granjas de pollos, Atlanta.

- Ciro-Galeano, J., y Itza-Ortiz, M. (2015). Parámetros productivos. *II Foro Internacional de Nutrición y Alimentación Animal*, Medellín, Colombia.
- Cobb Vantress. (2013). Guía de Manejo del Pollo de Engorde. Colombia: Impresión Moderna.
- Coello, E. (2015). Plan de inversión para el desarrollo económico de una granja avícola, cantón Quevedo, año 2015 (tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. (2013). *Estadísticas Avícolas*. Ecuador: CONAVE. Recuperado de: <http://www.conave.org/estadisticas.html>
- Cunningham, J., y Klein, B. (2009). Fisiología veterinaria. Barcelona, España: Elsevier.
- Delannoy, C. (2012). Visión, audición, y olfato de las aves. En *Ornitología* (40-50). España: Trillas.
- Deep, A., Schwan-Lardner, K., Crowe, T., Fancher, B., y Classen, H. (2010) Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. *Poultry science*, 89(11), 2326-2333.
- Deep, A., Schwan-Lardner, K., Crowe, T., Fancher, B., y Classen, H. (2011) Effect of light intensity on broiler behaviour and diurnal rhythms. *Applied Animal Behaviour Science*, 136(2012), 50-56.
- Didier, J. (2010). *La relación beneficio costo*. Pymes Futuro: Gerencia Finanzas-Proyectos. Recuperado de <http://www.pymesfuturo.com/costobeneficio.html>
- ESPAC. (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Recuperado de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf)
- Estrada-Pareja, M., Marqués-Girón, M, y Restrepo, L. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. *Rev. Col. Cienc. Pec*, 20, 288- 303.
- Estrada, M. (2019). *Fisiología Aviar*. Recuperado de [http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/247268/mod\\_resource/content/0/ANATOMIA\\_Y\\_FISIOLOGIA\\_AVIAR\\_documento\\_2011.pdf](http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/247268/mod_resource/content/0/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento_2011.pdf)

- Fernández, S. (2014). Pigmentación del pollo. En (Presidencia), *Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde*. Conferencia llevada a cabo en el Seminario Internacional de Sistemas de Producción Avícola, Bogotá, Colombia.
- Fernández, S., Ávila, E., Fuente, B., Miranda, J., y Cisneros, F. (2017). Engormix. Efecto de diferentes mezclas de carotenoides sobre el color de la piel del pollo de engorda. Mexico. Recuperado de [https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-diferentes-mezclas-carotenoides-t40340.htm?fbclid=IwAR1memW-qeBOzmC20-NsiZu\\_1UR0RhMHHoj9q\\_6SYunpSIGg5MG6tdCk-\\_E](https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-diferentes-mezclas-carotenoides-t40340.htm?fbclid=IwAR1memW-qeBOzmC20-NsiZu_1UR0RhMHHoj9q_6SYunpSIGg5MG6tdCk-_E)
- Gélvez, L. (2019). *Portal Mundo Pecuario*. La cabeza de las aves: Recuperado de [https://mundo-pecuario.com/tema276/anatomia\\_aves/cabeza\\_aves-2389.html](https://mundo-pecuario.com/tema276/anatomia_aves/cabeza_aves-2389.html)
- Ghuffar, A., Rahman, K., Siddque, M., Ahmad, F., y Khan, M. (2009). Impact of various lighting source (incandescent, fluorescent, metal halide and high pressure sodium) on the production performance of chicken broilers. *Pakistan Journal of Agricultural sciences*, 46(1), 40-44.
- Hy-Line. (2017). *Boletín Técnico: Entendiendo la luz en la avicultura*. Hy-Line International. Recuperado de [https://www.hyline.com/userdocs/pages/TU\\_LIGHT\\_SPN.pdf](https://www.hyline.com/userdocs/pages/TU_LIGHT_SPN.pdf)
- Gonzales, R. (2009). Efecto de la luz sobre el comportamiento y la actividad reproductiva en gallinas. Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Baja California.
- Grieve, D. (2015). *Guía del uso de las luces LED y de otras fuentes de luz para ayudar a los productores de huevo*. Costa Rica: Hy-Line Internacional.
- Grieve, D., y Rubinoff, I. (2015). Entendiendo la luz en la Avicultura: Guía del uso de las luces LED y de otras fuentes de luz para ayudar a los productores de huevo. En P. Anhalzer (Presidencia), *Avicultura*. Simposio llevado a cabo en el XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura, Guayaquil, Ecuador.
- Guasch, J. (2012). *Iluminación*. En J. Stellman. (Ed.), *Enciclopedia de salud y seguridad* (pp. 95-118). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Hall, J. (2016). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Elsevier.

- Klein, B. (2014). Neurofisiología de la visión. En B. Klein, *Cunningham Fisiología Veterinaria* (Quinta ed., pág. 129). Barcelona, España: ELSEVIER. Recuperado el 21 de SEPTIEMBRE de 2019
- Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario (Decreto Supremo 3289). *Registro Oficial*, 792, 2016, 14, marzo.
- Lorenzo, J., Carril, J., Fernández, M., Temperán, S., Purriños, L., y Franco, D. (2011). Características físico-químicas del músculo triceps brachi de lacón fresco de cerdo celta. Libro de Actas del VI Congreso Mundial del Jamón, Lugo.
- Lorenzo, J., Purriños, L., García, G., García-Fontán, M., y Franco, D. (Octubre de 2011). Influencia del fotoperiodo en las características de la canal de gallinas de desvieje. XLVIII simposio científico de avicultura, Santiago de Compostela.
- López, D. (2016). Evaluación de dos aditivos comerciales solubles con bacterias acidolacticas en la crianza de pollos parrilleros (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Luque, M., y Molina-Calle, M. (2017). Estrategias en metabolómica para el estudio de los carotenoides en plantas y su acción en el organismo humano. En A. Meléndez-Martínez (Ed.), *Carotenoides en agroalimentación y salud* (pp. 95-118). México: Terracota.
- MAG. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Recuperado de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf)
- Martínez, A. (2016). La pigmentación del pollo. Recuperado de <https://todocarne.es/la-pigmentacion-del-pollo/>
- Manya, D. (2013). Respuesta a la exposición de dos tipos de color de luz y su intensidad lumínica sobre el desempeño productivo del pollo de engorde (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Miranda, S. (2016). Luz en avicultura comercial, Engormix. Recuperado de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/luz-avicultura-comercial-t32935.htm>.
- Moreno, R. (2013). *Futuras tecnologías de iluminación en granjas avícolas*. Interempresas. Recuperado de

- <http://www.interempresas.net/Ganadero/Articulos/109280-Futuras-tecnologias-de-iluminacion-en-granjas-avicolas.html>
- Moreno, J. (2005). Producción de carne: Programas de luz en granjas de broilers. Valladolid. Recuperado de [https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2006/1/1812-programas-de-luz-en-granjas-de-broilers.pdf?fbclid=IwAR3fcbFf0FPRoHU8SRQUmMgFUS-LGcqIS\\_iwMwXJ\\_rpEUW5KZZ3nBfZp-A](https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2006/1/1812-programas-de-luz-en-granjas-de-broilers.pdf?fbclid=IwAR3fcbFf0FPRoHU8SRQUmMgFUS-LGcqIS_iwMwXJ_rpEUW5KZZ3nBfZp-A)
- Murillo, M. (2007). *Oscurecimiento en pollos de engorde experiencias de campo*. España.: Asociación Española de Ciencia Avícola-AECA-WPSA. Recuperado de [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/wpsa1244129220a.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1244129220a.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Revisión del Desarrollo Avícola*. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/016/al738s/al738s00.pdf>
- Oviedo-Rondón, E. (2013). El efecto de la luz en los pollos de engorde: Recuperado de *Albeitar*, de <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11772/articulos-aves/el-efecto-de-la-luz-en-los-pollos-de-engorde.html>
- Paixão, S., Mendes, A., Restelatto, R., Marostega, J., Souza, C., y Possenti, J. (2011). Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lampadas. En *Anais... I Simpósio de Ciências Florestais e Biológicas, V Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária, I 7 Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR*, p. 339, 2011.
- Pantoja-Estrada, D. (2014). Manejo de temperatura ambiental y calidad de aire, su influencia en líneas de pollo de engorde: Una revisión. *Engormix*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá D. C. Colombia.
- Pardo, N. (2007). *Manual de nutrición animal*. Bogota, Colombia: Grupo Latino.
- Parvin, C., Mushtanq, J., Kim, A., y Choi, K. (2014). Los diodos emisores de luz (LED) como fuente de luz monocromática: un nuevo enfoque de la iluminación. *World's Poultry Sci. Jour*, 70, 543-573.
- Quiles, A., y Hevia, M. (2005). Influencia de la luz, sobre el comportamiento de las aves. Murcia, España: Universidad de Murcia. Recuperado de <https://www.engormix.com/avicultura/foros/influencia-luz-sobre-comportamiento-t4812/>

- Quintana, J. (2011). *Avitecnia: Manejo de aves domésticas más comunes*. México: Trillas.
- Raccoursier, M., Christensen, K., Kuenzel, W., Thaxton, Y., Clark, F., y Scanes, C. (2016). Effect of light intensity on production parameters and feeding behavior of broilers. *Theses and Dissertations*, 34, 1-70.
- Rodrigues, M., Naas, A., Garófallo, R., y Ribeiro, F. (2014). Light emitting diode (LED) use in artificial lighting for broiler chicken production. *Engenharia Agrícola*, 34(3), 422-427. doi:10.1590/S0100-69162014000300005
- Rogério, S., Moura, D., Lima, N., y Massari, J. (2018). LED tubs artificial lighting system in broiler production. doi:10.1590/1809-4430-eng.agric.v38n3p319-325/2018
- Ruiz, B. (2019). Baja producción de pollo en Latinoamérica, sube la de huevo. *Industria Avícola*.66(4),p. 4.
- Ruiz, B. (2019). Producción avícola a nivel nacional 2018. *Industria Avícola*.66(4),p. 8.
- Salvador , M. (2016). Luz en Avicultura Comercial Recuperado, de *Avicultura*.: [http://www.engormix.com/avicultura/articulos/luz-avicultura-comercial-t32935.htm#\\_=\\_](http://www.engormix.com/avicultura/articulos/luz-avicultura-comercial-t32935.htm#_=_)
- Secretaria Nacional de Planificacion y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021- Toda una vida*.Ecuador.: SENPLADES. Recuperado de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2016). Censos y Encuestas. Recuperado, de: *Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca* <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-censo-nacional/file/591-reporte-de-resultados-censo-nacional-completo>
- Soto Piñeiro, C., y Bert, E. (2011). Valoración de las afectaciones al sistema visual de las aves. *Revista electrónica de veterinaria*, 12(1), 9-15.
- Superintendencia de Control del Poder de Mercado. (2017). Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año 2012-2014. Recuperado de <http://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>
- Sumano, H. (2010). Exclusion competitiva. En H. Sumano, *Farmacología clinica en aves comerciales*.México: Mc Graw Hill.

- Schwean-Lardner, K., y Classen, H. (2010) Iluminación para Pollo de Engorde. Aviagen.
- Tavares, BO, Pereira, DF, Bueno, LGF, & Silva, GF. (2015). Behavior of Layers under Different Light Sources. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(4), 511-516. <https://dx.doi.org/10.1590/1516-635X1704511-516>
- USDA. (2018). *Avicultura: La producción mundial de carne de pollo sigue creciendo y superará los 90 m de tm en 2018*. USDA, EEUU. Recuperado de <https://avicultura.com/usda-la-produccion-mundial-de-carne-de-pollo-sigue-creciendo-y-superara-los-90-m-de-tm-en-2018-segun-el-usda/>
- Vaca , L. (2003). *Produccion Avicola*. San Jose de Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia .
- Valbuena, D. (2015). Programas de luz y su importancia en la avicultura de ciclos largos. 1er Congreso Pecuario Costa Rica 2017, Costa Rica.
- Whittow, C. (1999). *Sturkies`s Avian Physiology*. Honolulu, Hawaii: Academic Press.
- Xie, D., Wang, Z., Dong, Y., Cao, J., Wang, J., Chen , J., y Chen , Y. (2008). Effects of Monochromatic Light on Immune Response of Broilers. *Poultry Science*, 87(8), 1535-1539. doi:10.3382/ps.2007-00317

## ANEXOS

### **Anexo 1.** Glosario de términos

**Avicultura.** - Técnica relacionada con la cría de las aves y el aprovechamiento de sus productos.

**Per cápita.** - Por lo general, el término se usa en informes económicos, aunque también puede aplicarse a cualquier situación en la que se describa una población.

**Fisiológico.** - es la ciencia que se encarga de conocer y analizar las funciones de los seres vivos.

**Intensidad de la luz.** - se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido.

**Longitud de onda.** - la distancia que recorre una perturbación periódica que se propaga por un medio en un determinado intervalo de tiempo.

**Duración del fotoperiodo.** - es la reacción fisiológica de los organismos, plantas y animales, a la *duración* del día o la noche.

**Incandescencia.** - es una emisión de luz por el calor. Todo cuerpo expuesto a un calor suficiente emite radiación electromagnética en el espectro visible a partir de una cierta temperatura

**Fluorescencia.** - es el fenómeno donde la absorción de luz de una longitud de onda dada por una molécula es seguida por la emisión a longitudes de onda más largas (visible).

**LED.** - expresión *light-emitting diode* de la lengua inglesa, que puede traducirse como “diodo emisor de luz”, dio lugar a la sigla LED.

**Espectro luminoso.** - Distribución de la energía que es irradiada por una fuente luminosa, que viene ordenada por unos valores de longitud de onda, es particular la secuencia matizada por la descomposición de los colores del iris, como resultado de la descomposición de la luz solar que pasa a través de un prisma refractor.

**Días de saque.** - periodo en el que se sacrifica a los animales para su venta.

**Luminosidad.** - hace referencia a algo que emite luz propia o artificial; comprendiendo que la luz es una energía que permite que percibamos los objetos a través del sentido de la vista.

**Productividad.** - Capacidad de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada



**Estímulo lumínico.** - es aquella radiación electromagnética, propagada en conjuntos de ondas de diversas longitudes y frecuencias, que es captada por los fotorreceptores de un ser vivo.

**Costos de producción.** - son estimaciones monetarias de todos los gastos que se han hecho dentro de la empresa, para la elaboración de un bien

**Eficiencia productiva.** - es un factor que señala la máxima función de otros factores, como por *ejemplo* la mano de obra y la materia prima

**Metabolismo.** - Conjunto de los cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas de un organismo.

**Rentabilidad.** - condición de rentable y la capacidad de generar renta (beneficio, ganancia, provecho, utilidad). La rentabilidad, por lo tanto, está asociada a la obtención de ganancias a partir de una cierta inversión.

**Lux.** - Unidad de intensidad de iluminación del Sistema Internacional, de símbolo *lx*, que equivale a la iluminación de una superficie que recibe normal y uniformemente un flujo luminoso de 1 lumen por metro cuadrado.

**Lumen.** - Unidad de flujo luminoso del Sistema Internacional, de símbolo *lm*, que equivale al flujo luminoso emitido por un foco puntual de 1 candela de intensidad en un ángulo sólido de 1 estereorradián.

**Nanómetro.** - Medida de longitud que equivale a la milmillonésima parte del metro.

**Luxómetro.** - es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente.

**Inmunidad.** - Estado de resistencia natural o adquirida que poseen algunos organismos frente a una determinada enfermedad o al ataque de un agente infeccioso o tóxico.

**Pigmentación.** - Coloración de una parte o zona del cuerpo producida por el depósito de un pigmento.

**Pecuaria.** - actividad relacionada con la producción animal, y forma un sector esencial dentro de las actividades agropecuarias, que a su vez se constituyen como actividades primarias dentro de la economía.

**Agudeza visual.** - capacidad de nuestro sistema visual para discriminar detalles de los objetos en unas condiciones dadas.

**Tricromático.** - se da en los individuos que poseen tres canales independientes para la recepción de información de color, por ello puede percibir 3 colores primarios. Los humanos son tricromáticos.

**Tetracromático.** - el espacio de color sensorial es de cuatro dimensiones, lo que significa que para igualar el efecto sensorial de espectros de luz escogidos arbitrariamente dentro de su espectro visible se requiere de la mezcla de al menos cuatro diferentes colores primarios.

**Ritmo circadiano.** - son oscilaciones de las variables biológicas en intervalos regulares de tiempo. Todos los animales, las plantas y todos los organismos muestran algún tipo de variación rítmica fisiológica que suele estar asociada con un cambio ambiental rítmico.

**Galpón.** - Construcción grande y techada que se emplea en los establecimientos rurales como lugar de albergue para los animales.

**Bienestar animal.** - estado del animal debe que se encuentra en armonía con el medio, que tiene salud física y mental y cubiertas sus necesidades específicas.

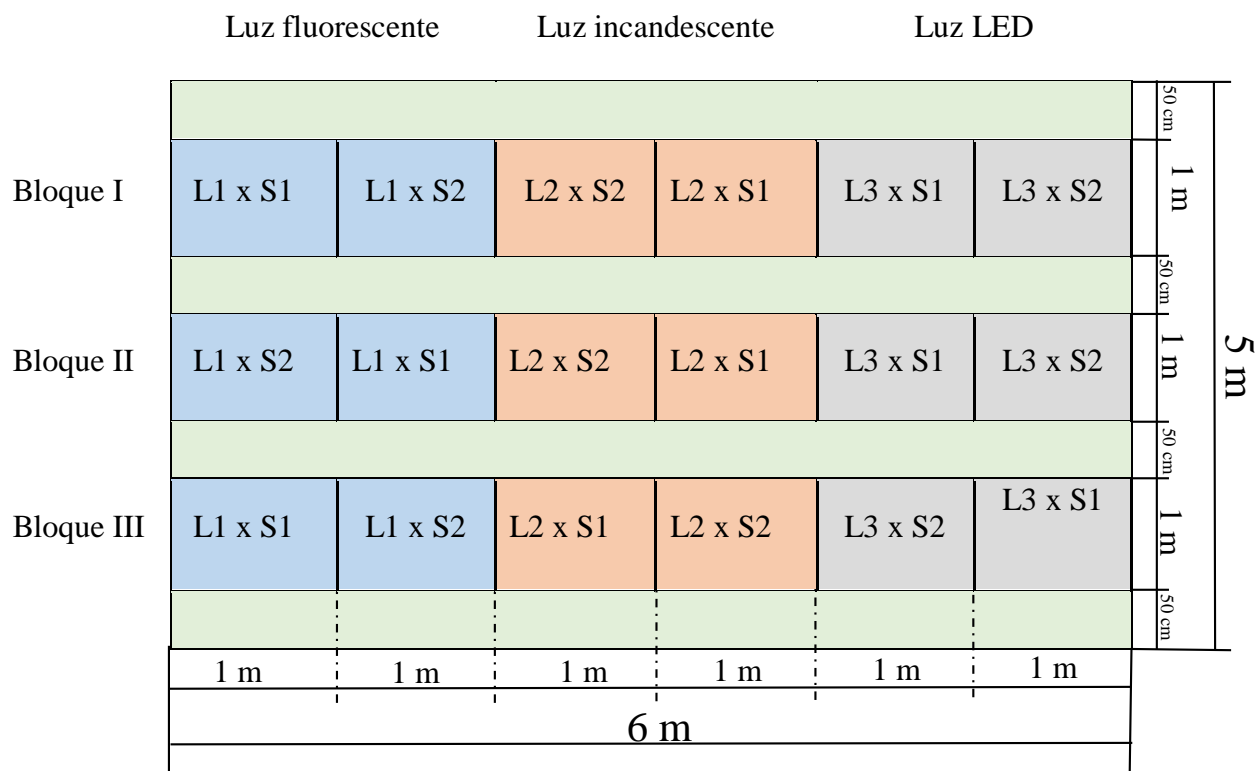
**Intermitente.** - Que se interrumpe y prosigue cada cierto tiempo de manera reiterada.

**Canibalismo.** - es el acto o la práctica de alimentarse con miembros de la propia especie.

**Watt.** - Unidad de potencia del Sistema Internacional, de símbolo  $W$ , que equivale a la potencia capaz de conseguir una producción de energía igual a 1 julio por segundo.

**Parvada.** - es un grupo de aves, en general de misma especie

**Anexo 2.** Gráfico del Diseño Experimental Parcelas Divididas del Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.



**Anexo 3.** Programa de actividades para el Estudio del estímulo lumínico sobre los parámetros productivos del pollo broiler.

PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DIARIAS PARA POLLOS DE ENGORDE				
Día	Actividades	VACUNAS Y FUMIGACIONES	Temperatura	Espacio
1	MEDICACIONES Vitam-elctrolit + Enrofloxac		32°	60 poll/m <sup>2</sup>
2	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			
3	Vitam-elctrolit + Enrofloxac	desinfección CID20	30°	40 poll/m <sup>2</sup>
4	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			
5			28°	
6	Vitam-elctrolit	Vac Comb vía ocular (ND/IB)		30 poll/m <sup>2</sup>
7				
8			27°	
9		desinfección CID20		
10	Vitam-elctrolit			25 poll/m <sup>2</sup>

11			26°	
12	Vitam-elctrolit	Vac Gumboro (agua o pico)		20 poll/m <sup>2</sup>
13				
14				
15		desinfección CID20	25°	18 poll/m <sup>2</sup>
16				
17	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			
18	Vitam-elctrolit + Enrofloxac	desinfección CID20	24°	15 poll/m <sup>2</sup>
19	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			
20				
21			23°	10 pollos/ m <sup>2</sup> por cada unidad Experimental
22		desinfección CID20		
23	compeljo B			
24			22°	
25				
26	compeljo B	desinfección CID20 Vac Comb vía ocular (ND/IB)		Temperatura ambiente
27				
28				
29				
30	complejo B			
31		desinfección CID20		
32				
33	complejo B			
34		desinfección CID20		
35				
36				
37	complejo B	desinfección CID20		
38				
39				
40	complejo B	desinfección CID20		
41				
42				

---

**Anexo 4.** Dosis de medicamentos y desinfectante.

Nombre	Ingrediente activo	Dosis
• Enrofloxacina	• Enrofloxacina	• 1cc/L
• Vitam+Electrolitos Estrés lyte	• Vitam+Electrolitos Estrés lyte	• 1gr/L
• CID 20	• (amonio cuaternario 61.5g/L, glutaraldehído 58.0g/L, formaldehido 84.0 g/L, glyoxal 19.8 g/L, alcohol 40.0 g/L) en dosis de 2.5ml/L	• 2.5cc/L

**Anexo 5.** Valores promedio de consumo de alimento total en gramos (g).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	3257	3143	3101	3433	3412	3264
R2	3455	2964	4156	3091	3492	3249
R3	3690	3340	3438	3470	3523	3153
Promedio	3467	3149	3565	3331	3476	3222

**Anexo 6.** Valores promedio de ganancia de peso total en gramos (g).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	1962	1803	1865	1627	1818	1796
R2	2499	1523	2137	1757	2038	1759
R3	1951	1764	1475	1701	1900	1625
Promedio	2137	1696	1825	1695	1919	1726

**Anexo 7.** Valores promedio de conversión alimenticia.

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	1,66	1,61	1,47	1,95	1,66	1,64
R2	1,24	1,84	1,70	1,69	1,53	1,66
R3	1,66	1,67	2,11	1,79	1,66	1,84
Promedio	1,52	1,71	1,76	1,81	1,62	1,72

**Anexo 8.** Valores promedio para el Índice de Eficiencia Productiva.

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	394	427	363	357	417	469
R2	578	356	419	346	443	504
R3	449	502	233	406	272	378
Promedio	474	428	339	370	378	450

**Anexo 9.** Tabla de costos de producción del tratamiento 1.

T1				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	30	0.052	1.55
VACUNAS	DOSIS	30	0.017	0.52
VITAMINAS	G	30	0.096	2.87
ENROFLOXACINA	ml	30	0.06	1.80
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.5	7.5
VIRUTA	Sacos	30	0.17	4.98
MANO DE OBRA				
SUELDOS	HORA	10.5	0.5	5.25
OTROS	Fletes	2	2	4
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
LUZ	Kwh	11.72	0.11	1.29
KILOGRAMO ALIMENTO/POLLO	KG	96	0.61	58.56
<b>EGRESOS TOTALES</b>				<b>107.83</b>
INGRESOS				
VENTA DE LIBRA DE POLLO EN PIE		187.1	0.87	162.77
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>162.77</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>				<b>1.51</b>

**Anexo 10.** Tabla de costos de producción del tratamiento 2.

T2				
COSTOS DE PRODUCCION				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
POLLOS		30	0.65	19.5
DESINFECTANTES	ml	30	0.0519	1.557
VACUNAS	DOSIS	30	0.0174	0.522
VITAMINAS	G	30	0.0957	2.87
ENROFLOXACINA	ml	30	0.06	1.80
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.5	7.5
VIRUTA	Sacos	30	0.166	4.98
MANO DE OBRA				
SUELDOS		10.5	0.5	5.25
OTROS	Fletes	2	2	4
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
LUZ	Kwh	11.72	0.11	1.29
BALANCEADO	KG	87	0.61	53.07
<b>EGRESOS TOTALES</b>				<b>102.34</b>
INGRESOS				
Venta de libra de pollo en pie		155.70	0.87	135.46
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>135.46</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>				<b>1.32</b>



**Anexo 11.** Tabla de costos de producción del tratamiento 3.

T3				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
POLLOS		30	0.65	19.5
DESINFECTANTES	ml	30	0.0519	1.557
VACUNAS	DOSIS	30	0.0174	0.522
VITAMINAS	G	30	0.0957	2.87
ENROFLOXACINA	ml	30	0.06	1.80
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.5	7.5
VIRUTA	Sacos	30	0.166	4.98
MANO DE OBRA				
SUELDOS		10.5	0.5	5.25
OTROS	Fletes	2	2	4
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
LUZ	Kwh	18.9	0.11	2.08
BALANCEADO	KG	96	0.61	58.56
<b>EGRESOS TOTALES</b>				<b>108.62</b>
INGRESOS				
Venta de libra de pollo en pie		167.1	0.87	145.38
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>145.38</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>				<b>1.34</b>

**Anexo 12.** Tabla de costos de producción del tratamiento 4.

T4				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
POLLOS		30	0.65	19.5
DESINFECTANTES	ml	30	0.0519	1.557
VACUNAS	DOSIS	30	0.0174	0.522
VITAMINAS	G	30	0.0957	2.87
ENROFLOXACINA	ml	30	0.06	1.80
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.5	7.5
VIRUTA	Sacos	30	0.166	4.98
MANO DE OBRA				
SUELDOS		10.5	0.5	5.25
OTROS	Fletes	2	2	4
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
LUZ	Kwh	18.9	0.11	2.08
BALANCEADO	KG	93	0.61	56.73
<b>EGRESOS TOTALES</b>				<b>106.79</b>
INGRESOS				
Venta de libra de pollo en pie		159.4	0.87	138.68
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>138.68</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>				<b>1.30</b>

**Anexo 13.** Tabla de costos de producción del tratamiento 5.

T5				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
POLLOS		30	0.65	19.5
DESINFECTANTES	ml	30	0.0519	1.557
VACUNAS	DOSIS	30	0.0174	0.522
VITAMINAS	G	30	0.0957	2.87
ENROFLOXACINA	ml	30	0.06	1.80
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.5	7.5
VIRUTA	Sacos	30	0.166	4.98
MANO DE OBRA				
SUELDOS		10.5	0.5	5.25
OTROS	Fletes	2	2	4
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
LUZ	Kwh	1.7	0.11	0.19
BALANCEADO	KG	93	0.61	56.73
<b>EGRESOS TOTALES</b>				<b>104.90</b>
INGRESOS				
Venta de libra de pollo en pie		172.5	0.87	150.08
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>150.08</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>				<b>1.43</b>

**Anexo 14.** Tabla de costos de producción del tratamiento 6.

T6				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
POLLOS		30	0.65	19.5
DESINFECTANTES	ml	30	0.0519	1.557
VACUNAS	DOSIS	30	0.0174	0.522
VITAMINAS	G	30	0.0957	2.87
ENROFLOXACINA	ml	30	0.06	1.80
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.5	7.5
VIRUTA	Sacos	30	0.166	4.98
MANO DE OBRA				
SUELDOS		10.5	0.5	5.25
OTROS	Fletes	2	2	4
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
LUZ	Kwh	1.7	0.11	0.19
BALANCEADO	KG	88.65	0.61	54.08
<b>EGRESOS TOTALES</b>				<b>102.24</b>
INGRESOS				
Venta de libra de pollo en pie		158	0.87	137.46
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>137.46</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>				<b>1.34</b>