

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN DE LUZ ARTIFICIAL EN PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE DE LA LINEA ROSS EN EL  
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:  
ZOOTECNISTA**

**POR:**

**REINALDO JAIMES GRANADOS**

**TUTOR:**

**LINO ALBERTO MEZA ALBA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**San José de Cúcuta, Noviembre 30 del 2020**

## **Agradecimientos**

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por darme la fortaleza de seguir luchando y superándome día a día con la realización de cada una de las metas que me propongo.

Quiero agradecer a mi tutor de trabajo de grado Lino Alberto Meza Alba por su orientación, disponibilidad, motivación y oportunidad de realizar esta investigación bajo su tutoría.

A los docentes de la Universidad de Pamplona de la Sede Villa del Rosario vinculados en el programa de Zootecnia, quiero agradecerles por su compromiso y enseñanzas que me brindaron para fortalecer mi desempeño como profesional.

Gracias, especialmente, a mi familia por estar siempre a mi lado, por su apoyo incondicional y por entender que el tiempo dedicado en esta carrera, es parte de mi crecimiento personal que ha permitido llenarme de conocimientos y técnicas para aplicarlas en el campo laboral.

Agradezco de manera especial y sincera a Fredy Alberto Carrillo Ramírez por sus consejos, compañía, amistad y apoyo incondicional que me ha brindado, lo cual ha sido de ayuda para lograr mi objetivo.

## Resumen

En la avicultura, uno de los factores que se deben tener en cuenta al momento de llevar a cabo un sistema de producción en pollos de engorde es el fotoperiodo, pues hace parte dentro del manejo y repercute en el bienestar de los animales. Con el objetivo de evaluar el efecto de la exposición de luz artificial, se destinaron noventa (90) pollos de engorde de la línea Ross distribuidos en bloques completamente aleatorizados en tres (3) tratamientos con tres (3) repeticiones cada uno: tratamiento uno – T1 (pollos expuestos a 8 horas de luz artificial); tratamiento dos – T2 (pollos expuestos a 4 horas de luz artificial); y tratamiento tres – T3 (pollos sin exposición de luz artificial), quienes durante 42 días de estudio tuvieron un control constante en la iluminación durante las horas nocturnas presentándose diferencias en los resultados los cuales eran tomados semanalmente a través del pesaje; determinándose que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $p>0,05$ ) para los parámetros productivos evaluados (consumo de alimento, ganancia de peso semanal (GPS), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA) y rendimiento en canal). Con respecto al análisis económico, el tratamiento tres (T3) presentó la mejor rentabilidad al final de la investigación con un 59% y un margen de utilidad del 37% sobre los costos de producción; sin embargo, el tratamiento 2 (T2) presentó una rentabilidad y margen de utilidad similares al T3.

**Palabras claves:** programas de iluminación, fotoperiodo, longitud de onda, intensidad lumínica.

## Abstract

In poultry farming, one of the factors that must be taken into account when carrying out a production system in broilers is the photoperiod, as it is part of the management and affects the welfare of the animals. With the aim of evaluating the effect of artificial light exposure, ninety (90) broilers of the Ross line were allocated, distributed in completely randomized blocks in three (3) treatments with three (3) repetitions each: treatment one - T1 (chickens exposed to 8 hours of artificial light); treatment two - T2 (chickens exposed to 4 hours of artificial light); and treatment three - T3 (chickens without exposure to artificial light), who during 42 days of study had a constant control in the lighting during the night hours, presenting differences in the results which were taken weekly through weighing; determining that there were no significant differences between treatments ( $p > 0.05$ ) for the productive parameters evaluated (feed consumption, weekly weight gain (GPS), feed conversion (CA), feed efficiency (EA) and carcass yield). With respect to the economic analysis, treatment three (T3) presented the best profitability at the end of the investigation with 59% and a profit margin of 37% on production costs; however, treatment 2 (T2) presented a profitability and profit margin similar to that of T3.

**Keywords:** lighting programs, photoperiod, wavelength, and light intensity.

## Tabla de contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Índice de tablas, gráficos e ilustraciones.....	7
Introducción .....	9
<b>Capítulo 1: Efectos de la exposición de luz artificial en parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Ross en el Departamento Norte de Santander.</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3. Hipótesis de investigación</b> .....	<b>13</b>
<b>1.4. Justificación</b> .....	<b>13</b>
<b>1.5. Objetivos</b> .....	<b>15</b>
<i>1.5.1. Objetivo general</i> .....	<i>15</i>
<i>1.5.2. Objetivos específicos</i> .....	<i>16</i>
<b>Capítulo 2: Marco referencial</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2. Marco contextual</b> .....	<b>19</b>
<i>2.2.1. Ubicación</i> .....	<i>21</i>
<b>2.3. Marco teórico</b> .....	<b>22</b>
<i>2.3.1. Sector avícola en Colombia</i> .....	<i>22</i>
<i>2.3.2. Cadena productiva</i> .....	<i>23</i>
<i>2.3.3. Descripción y clasificación taxonómica del pollo de engorde</i> .....	<i>24</i>
<i>2.3.4. Principales líneas de pollos de engorde en Colombia</i> .....	<i>25</i>
<i>2.3.5. Morfología</i> .....	<i>26</i>
<i>2.3.6. Sistema de producción</i> .....	<i>26</i>
<i>2.3.7. Manejo del pollo de engorde</i> .....	<i>28</i>
<i>2.3.8. Programas de iluminación en la avicultura</i> .....	<i>34</i>
<b>Capítulo 3: Marco metodológico</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1. Población y muestra</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2. Duración</b> .....	<b>36</b>
<b>3.3. Características de la unidad de investigación</b> .....	<b>36</b>

<b>3.4. Diseño experimental</b> .....	37
<b>3.5. Factor de estudio</b> .....	37
<b>3.6. Recolección de datos</b> .....	37
<b>3.6.1. Peso inicial</b> .....	37
<b>3.6.2. Consumo de alimento</b> .....	38
<b>3.6.3. Ganancia de peso semanal (GPS)</b> .....	38
<b>3.6.4. Índice de conversión alimenticia</b> .....	38
<b>3.6.5. Eficiencia alimenticia</b> .....	39
<b>3.6.6. Rendimiento en canal</b> .....	39
<b>3.6.7. Costo – beneficio</b> .....	39
<b>3.7. Manejo durante la etapa experimental</b> .....	40
<b>3.7.1. Control de la luz</b> .....	40
<b>3.7.2. Manejo del galpón</b> .....	40
<b>3.7.3. Bebederos</b> .....	41
<b>3.7.4. Comederos</b> .....	41
<b>3.7.5. Manejo de animales</b> .....	41
<b>3.7.6. Suministro de alimento</b> .....	41
<b>3.7.7. Control del peso</b> .....	43
<b>3.8. Modelo estadístico</b> .....	43
<b>Capítulo 4: resultados y discusiones</b> .....	44
<b>4.1. Consumo de alimento</b> .....	44
<b>4.2. Ganancia de peso semanal (GPS) y acumulada</b> .....	47
<b>4.3. Índice de conversión alimenticia</b> .....	51
<b>4.4. Eficiencia alimenticia</b> .....	53
<b>4.5. Rendimiento en canal</b> .....	54
<b>4.6. Mortalidad</b> .....	57
<b>4.7. Costo – beneficio</b> .....	59
<b>Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones</b> .....	61
<b>5.1. Conclusiones</b> .....	61
<b>5.2. Recomendaciones</b> .....	62
<b>Referencias</b> .....	63
<b>Anexos</b> .....	66

## Índice de tablas, gráficos e ilustraciones

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del pollo de engorde .....	25
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos nutricionales para pollos de engorde sugeridos para 4 etapas .....	33
<b>Tabla 3.</b> Composición de alimento balanceado comercial (Inicio).....	42
<b>Tabla 4.</b> Composición de alimento balanceado comercial (Engorde) .....	42
<b>Tabla 5.</b> Consumo de alimento semanal en promedio de los animales por tratamiento.....	44
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza para el consumo de alimento .....	45
<b>Tabla 7.</b> Ganancia de peso semanal (GPS) en promedio de los animales por tratamiento.....	47
<b>Tabla 8.</b> Ganancia de peso acumulada en promedio de los animales de cada tratamiento.....	48
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza de la ganancia de peso de los diferentes tratamientos .....	49
<b>Tabla 10.</b> Comparaciones múltiples entre los tratamientos para en la ganancia de peso (GP)....	49
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para la ganancia de peso utilizando el método de Tukey .....	50
<b>Tabla 12.</b> Índice de conversión alimenticia por tratamientos. ....	51
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza para el índice de conversión alimenticia de los tratamientos .....	52
<b>Tabla 14.</b> Eficiencia alimenticia de los diferentes tratamientos.....	53
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia .....	54
<b>Tabla 16.</b> Rendimiento en canal de los diferentes tratamientos en promedio.....	54
<b>Tabla 17.</b> Análisis descriptivos para los porcentajes del rendimiento en canal tomando como muestra 10 pollos (5 machos y 5 hembras) por tratamiento .....	56
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza para los porcentajes del rendimiento en canal .....	56
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje de mortalidad por tratamiento .....	57
<b>Tabla 20.</b> Costos totales de producción .....	59
<b>Tabla 21.</b> Costos de producción por pollo de cada tratamiento .....	59
<b>Tabla 22.</b> Análisis económico por tratamiento en promedio .....	59
<b>Tabla 23.</b> Consumo de alimento y peso - Pollo de engorde.....	71
<b>Tabla 24.</b> Relación consumo semanal - ganancia de peso semanal .....	71
<b>Gráfico 1.</b> Consumo de alimento semanal por tratamiento.....	44
<b>Gráfico 2.</b> Ganancia de peso semanal por tratamiento.....	47
<b>Gráfico 3.</b> Ganancia de peso acumulada de cada tratamiento.....	48
<b>Gráfico 4.</b> Índice de conversión alimenticia por tratamientos .....	51
<b>Gráfico 5.</b> Eficiencia alimenticia de los tratamientos .....	53
<b>Gráfico 6.</b> Rendimiento en canal de los tratamientos .....	55
<b>Gráfico 7.</b> Porcentaje de mortalidad de los tratamientos .....	57
<b>Ilustración 1.</b> Preparación de los galpones (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	66
<b>Ilustración 2.</b> Unidad experimental T1 y T2 (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	66
<b>Ilustración 3.</b> Unidad experimental T3 (Reinaldo Jaimes, 2020).....	67

<b>Ilustración 4.</b> Pediluvio (Reinaldo Jaimes, 2020).....	67
<b>Ilustración 5.</b> Recibimiento, identificación y división de pollos por sexo (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	68
<b>Ilustración 6.</b> Distribución de los pollos en sus respectivos tratamientos y repeticiones (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	68
<b>Ilustración 7.</b> Pesaje y registro de pesos (Reinaldo Jaimes, 2020).....	69
<b>Ilustración 8.</b> Pesaje de pollos (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	69
<b>Ilustración 9.</b> Vista de pollos en la sexta semana (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	70
<b>Ilustración 10.</b> Sacrificio y pesaje de pollo en canal (Reinaldo Jaimes, 2020) .....	70



## Introducción

En la avicultura, la iluminación es una técnica de gran importancia dentro del manejo de los pollos de engorde en la que se destacan factores como: duración de la luz (fotoperiodo), la longitud de onda y la intensidad de la luz. Se mantiene la idea que pollos manejados a exposiciones prolongadas de luz disponen de un mayor tiempo para el consumo de alimento y por ende tendrán un crecimiento más rápido (Schwean-Lardner & Classen, 2010).

Cuando se habla de longitud de onda se refiere al tipo de luz que se está utilizando la cual es determinada por el color de la misma, midiéndose ésta en kelvin (Oviedo-Rondon, 2013). Ahora, la intensidad de la luz o intensidad lumínica es la cantidad de luz que genera una fuente en un área determinada, ésta es medida en lúmenes por metro cuadrado o lux. Por último, el fotoperiodo es la duración o las horas de luz a la que están expuestos los animales durante el día (24 horas) (Díez, 2019).

El fotoperiodo es un factor importante dentro del manejo de un sistema de producción en pollos de engorde, puesto que de éste dependerá, en mayor parte, las actividades (consumo de alimento y agua), funciones metabólicas y posteriormente el desempeño de los parámetros productivos, como también la aparición de alteraciones provocadas por exposiciones cortas o prolongadas a éste factor (Díez, 2019).

Un buen rendimiento se debe al manejo y ambiente que se pone a disposición de los animales. Exponer a los pollos a prolongadas horas de iluminación al día es ir en contra del bienestar animal, no podrían contar con las suficientes horas de sueño o descanso al día

generando estrés, cambios fisiológicos en el organismo, e inclusive, debilitar su sistema inmune provocando la llegada de enfermedades. Por esto, se debe tener muy claro los efectos de la exposición de la luz sobre la producción y el comportamiento de los pollos de engorde.

Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación se muestra la evaluación de los efectos de la exposición de luz artificial en pollos de engorde mediante el análisis de los parámetros productivos: consumo de alimento, ganancia de peso semanal (GPS), índice de conversión alimenticia (ICA), eficiencia alimenticia (EA) y rendimiento en canal. El trabajo se estructuró en cinco capítulos. En el primero se describe el problema de la investigación y los objetivos planteados. Los antecedentes, conceptos básicos, marco contextual y ubicación se presentan en el capítulo dos. La metodología utilizada y la recolección de datos para cada uno de los parámetros productivos, como también el diseño experimental y modelo estadístico se presentan en el capítulo tres. En el capítulo cuatro se muestra el análisis de los resultados y las discusiones. El capítulo quinto presenta las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

## **Capítulo 1: Efectos de la exposición de luz artificial en parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Ross en el Departamento Norte de Santander.**

### **Problema de investigación**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En el territorio Nacional de Colombia algunas explotaciones carecen de luz eléctrica, por esta razón, los dueños de estos predios se les podrían presentar inconvenientes durante el manejo y así llevar a cabo un sistema de producción en pollos de engorde obteniendo resultados ineficientes.

“Según datos del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (Ipse), hay 1.710 localidades rurales en Colombia en donde se calcula que 128.587 personas solo acceden al servicio entre cuatro y doce horas al día” (Vivas, 2019).

El sector avícola en Colombia se ubica en segundo lugar después de la producción bovina de carne y leche, figurando también por encima de sectores tradicionales como el café, flores,

entre otros; desarrollándose principalmente en la producción de dos productos básicos que se incluyen a diario en la canasta familiar como lo son el huevo y el pollo, lo que ha llevado a las empresas, pequeños y medianos productores del sector avícola buscar estrategias y especializarse en las técnicas implementadas durante el proceso productivo y así sacar éstas fuentes de proteína al mercado (FENAVI, 2019).

La luz tiene un efecto sobre el comportamiento de la mayoría de los seres vivos (aves, mamíferos, entre otros), así, los pollos de engorde podrían responder a las variaciones de los factores de la luz como lo son el fotoperiodo, la longitud de onda y la intensidad lumínica. Las aves pueden percibir la luz a través de sus ojos (desde los receptores de la retina), la piel y los huesos del cráneo, lo que lleva a estimular directamente la hipófisis generando una respuesta biológica (Manya, 2013).

Los pollos de engorde no alcanzan un rendimiento óptimo cuando son expuestos a 23 horas de luz al día, por ésta razón no es recomendable utilizar ésta práctica (Schwean-Lardner & Classen, 2010). Del mismo modo, no toleran fallas durante su manejo, por lo que éstas medidas hoy en día muestran más interés en los productores dedicados a la explotación de esta especie, siendo necesaria su aplicación. Es por eso que se debe tener un control en los parámetros ambientales a los que son expuestos los pollos como la temperatura, humedad, ventilación y los programas de iluminación para mejorar la eficiencia del sistema de producción (Moreno, 2006).

## **1.2. Formulación del problema**

¿La exposición de luz artificial tiene efectos sobre los parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Ross?

## **1.3. Hipótesis de investigación**

La exposición a luz artificial genera diferencias en los parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Ross.

## **1.4. Justificación**

Dentro de la avicultura, los sistemas de producción en pollos de engorde han tenido un rápido crecimiento y a su vez un desarrollo en las técnicas implementadas durante todo el proceso de producción, donde se incluye un mejoramiento genético, alimentación completa, bioseguridad y al mismo tiempo una mejora en las instalaciones y equipos (Bravo, 2009).

Con la apertura comercial y el tratado de libre comercio (TLC) con Estados Unidos, el sector avícola en Colombia ha ido creciendo progresivamente, lo que ha motivado a la industria invertir en tecnología e infraestructura para evolucionar y mejorar la competitividad frente a

otros países de Latinoamérica; encontrándose Colombia como el quinto productor después de Brasil, México, Argentina y Perú (Sectorial, 2016).

Colombia tiene aproximadamente una capacidad que permite operar hasta 160.000 toneladas, siendo así el consumo per cápita el 96,34% producto nacional y el 3,66% producto importado.

El crecimiento de la producción en el sector avícola no se compara con otras actividades agropecuarias. Durante los últimos 14 años (2005-2018), éste sector ha tenido una tasa de crecimiento por año del 5%. Es decir, la población colombiana ha incrementado poco a poco el consumo per cápita de pollo y huevo, pasando de consumir 18,2 kilogramos en carne de pollo y 191 unidades de huevo a 33,8 kilogramos y 293 unidades respectivamente. En otras palabras, el consumo ha tenido una tasa de crecimiento de 4,5 % para carne de pollo y 3,1 % en huevo por año. Las fuentes de crecimiento del sector avícola se dan por razones como la pobreza, el crecimiento poblacional, el crecimiento económico y el precio relativo de la proteína avícola que son muy bajas con respecto a otras fuentes de proteína (FENAVI, 2018).

Al ser la luz una técnica empleada dentro de los sistemas de producción avícola, es muy importante tenerla en cuenta en el momento de llevar a cabo un sistema de producción en pollos de engorde, por lo que su estudio se hace necesario con el fin de identificar los niveles de exposición de luz u horas de fotoperiodo que pueden tolerar estos animales para alcanzar los

mejores resultados sin afectar su bienestar y a su vez para que personas dedicadas a éste sector adquieran conocimientos, habilidades y destreza y de ésta manera puedan ir mejorando las técnicas implementadas durante su proceso productivo.

Con la realización de ésta investigación se pretende demostrar cuál es el efecto de la luz artificial sobre el comportamiento de los parámetros productivos del pollo de engorde de la línea Ross, buscando llevar a cabo la producción de los pollos en ausencia de luz durante las horas nocturnas teniendo presente el bienestar animal, brindando a éstos las suficientes horas de sueño y así obtener resultados eficientes disminuyendo los costos de producción por la utilización de luz artificial; lo que resultaría beneficioso para los productores ubicados en sectores rurales del país que no cuentan con luz eléctrica.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Evaluar los efectos en el incremento del fotoperiodo con la exposición de luz artificial (0, 4 y 8 horas) en los parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Ross en el Departamento Norte de Santander.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

Comparar los parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Ross de los diferentes tratamientos.

Determinar la relación entre el peso de la canal y el peso vivo de los pollos de engorde de cada tratamiento.

Comprobar la rentabilidad de los diferentes tratamientos mediante un análisis económico de los costos de producción.



## Capítulo 2: Marco referencial

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Para (Aragón de León, 2018), recomendar un programa de iluminación puede resultar difícil, puesto que se debe tener en cuenta las condiciones medioambientales de la región donde se encuentra la unidad de producción.

(Díez, 2019) Concluye que es necesario tener programas de iluminación que mantenga un equilibrio en las actividades de las aves, como también de su producción hormonal, mejorando así la producción y disminuyendo problemas metabólicos. A su vez, recalca la importancia del fotoperiodo en la cría industrial avícola, puesto que las actividades diarias, la aparición de patologías y alteraciones en las aves dependerán del manejo, de la intensidad y horas de luz a las que son expuestos, reflejándose todo en los parámetros productivos.

(Giobergia, 2018) En su tesis “Evaluación de resultados productivos en pollos de engorde utilizando diferentes intensidades de luz”, menciona que se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) hasta los 35 días de edad, sin embargo, el PV (peso vivo) a edad de faena no estuvo afectado por los tratamientos con diferentes intensidades lumínicas.

Para (Schwean-Lardner & Classen, 2010) en su investigación “Iluminación para pollo de engorde” en la influencia del fotoperiodo sobre la producción y el rendimiento en carne del pollo de engorde, la tasa de crecimiento fue alta en todos los experimentos (14, 17, 20 y 23 horas de luz al día), el número de horas luz al día tuvo un importante impacto sobre el índice de crecimiento y los efectos fueron dependientes de la edad al sacrificio; también, que el proporcionar a los pollos 20 horas de luz al día les dio la mayor tasa de crecimiento en todas las edades (31-32 días, 38-39 días y 48-49 días).

En cuanto al consumo de alimento (Schwean-Lardner & Classen, 2010) mencionan que fue mayor en las aves que recibieron 20 horas de luz al día, presentándose una reducción significativa en el consumo de alimento cuando el fotoperiodo fue mayor o menor a 20 horas.

Para la conversión alimenticia (Schwean-Lardner & Classen, 2010) mencionan que la eficiencia mejora cuando se reduce el número de horas luz al día, es decir, cuando se prolongan las horas de oscuridad, mostrándose una mejor conversión en las aves que recibieron 14 horas de luz durante el día.

Con el objetivo de demostrar la sensibilidad de las aves a las diferentes longitudes de onda o color de luz (Manya, 2013), en su tesis “Respuesta a la exposición de dos tipos de color de luz y su intensidad lumínica sobre el desempeño productivo del pollo de engorde” utilizando tres grupos de estudio: testigo (luz blanca), grupo experimental 1 (luz verde) y grupo experimental 2 (luz azul), obtuvo mejores resultados en el grupo testigo, el cual presentó un

mejor promedio en peso y conversión alimenticia durante los cuatro meses de estudio; encontrándose una ligera diferencia con relación al grupo experimental 1 al comparar los promedios obtenidos en la conversión alimenticia. Respecto al grupo experimental 2, no se obtuvo los resultados esperados tanto en la conversión alimenticia como el peso, demostrándose así que las aves poseen más sensibilidad a la luz de color claro que la luz oscura.

Con el objetivo de medir el bienestar animal (Classen & Schwean-Lardner, 2010), evaluaron varios métodos (mortalidad, debilidad de las piernas, comportamiento y desarrollo de los ojos) en su investigación “Iluminación para pollo de engorde” en la influencia del fotoperiodo sobre el bienestar del pollo de engorde, mencionando que un fotoperiodo constante de 23 horas de luz al día no es aceptable desde el punto de vista del bienestar animal, presentándose para todos los métodos de evaluación efectos negativos y que al aumentar unas horas de oscuridad a 20 horas de luz al día, es decir, tres horas más de oscuridad, se dio una mejora en todos los parámetros evaluados del bienestar animal, con una mejor tasa de crecimiento, salud y menor debilidad en las piernas reflejándose en bajos índices de mortalidad. Ahora, en fotoperiodos de 14 y 17 horas, existen pocas diferencias con respecto al bienestar animal. En conclusión, para los autores, el bienestar de las aves alcanza su óptimo nivel cuando son expuestos a un fotoperiodo de 17 horas diarias, es decir, los pollos están en un intervalo de 7 horas de oscuridad al día.

## **2.2. Marco contextual**

En los últimos años, los programas de luz han tenido un papel fundamental dentro de los sistemas de producción pecuaria, mediante la aplicación y control de sus principales factores que son el fotoperiodo, la intensidad lumínica y la longitud de onda.

(Ramirez, 2009) En su artículo Fisiología reproductiva y programas de luz, indica que ésta es una técnica determinante dentro del manejo del medio ambiente de las aves la cual puede ser manipulada para alcanzar una meta, como el aumento del número de huevos; además, que las aves responden de una manera positiva frente a la estimulación lumínica por lo que se puede manejar y controlar en cada una de las etapas productivas: cría, levante y producción.

(Valdez, 2010) En su tesis de grado titulado “Determinación del efecto del fotoperiodo en el rendimiento productivo de pollos parrilleros de la línea Ross 308 en la ciudad de el alto”, buscó reducir los porcentajes de mortalidad por ascitis y generar mayores utilidades implementando programas de iluminación, analizando el comportamiento productivo de pollos de engorde durante 45 días. Empleó dos tratamientos con cuatro repeticiones, indicando que la aplicación de programas de iluminación tiene como resultados efectos parcialmente positivos en el comportamiento productivo de los pollos. Siendo así, el tratamiento II (13 horas de luz al día) el que manifestó mejor en crecimiento compensatorio, este resultado fue favorecido por el incremento gradual de horas luz/día en la fase de engorde, con respecto al tratamiento I (16 horas de luz al día).

Con el objetivo de evaluar los efectos de programas de iluminación continuo e intermitente sobre los índices de producción de huevos de codorniz *Coturnix coturnix* (Murgas, Melo, Oliveira, & Zangeronimo, 2008) en su investigación “producción de codornices (*Coturnix coturnix*) sometidas a diferentes programas de iluminación”, observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ) para los parámetros consumo de alimento, conversión alimenticia por peso de huevo y viabilidad, pero no observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para las medidas de desempeño masa de huevo (g/ave/día), muertes por prolapso, índices gonadosómicos y hepatoesómicos. A lo que concluyeron que el uso del sistema de iluminación intermitente en la cría de codornices se mostró altamente eficiente y viable.

Con la finalidad de evaluar los efectos del uso de la tecnología de mangueras luminosas de diferentes colores en la iluminación artificial de codornices japonesas sobre la calidad del huevo, (Rizzotto, Engroff, Jácome, Martins, & Bianchetto, 2011) en su investigación “Influencia de diferentes colores de iluminación artificial sobre la calidad del huevo de codornices japonesas”, demostraron que para la altura de la albumina y las unidades Haugh no encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, con respecto a producción, peso del huevo y consumo de alimento, el tratamiento con luz verde resultó diferente con respecto a la luz azul ( $P < 0,05$ ), pero no con la luz amarilla y roja ( $P > 0,05$ ), lo que concluyeron que la luz verde proporcionó una mayor producción de huevos sin afectar su calidad.

### **2.2.1. Ubicación**

El trabajo de investigación se desarrolló en el municipio de Cúcuta, capital del departamento Norte de Santander, localidad que cuenta con una altitud de 320 msnm, una temperatura media anual de 30 °C, precipitación media de 806 mm al año, vientos que superan los 70 km/h y una duración de luz en el día de 12 horas, con una variación de 35 minutos durante todo el año (Gobierno de Colombia, 2015). Su área metropolitana cuenta con explotaciones pecuarias en avicultura como pollos de engorde, gallinas y codornices de postura, razón por la que ésta investigación podría resultar indispensable en la región e ir mejorando las técnicas tradicionalmente utilizadas en los sistemas de producción.

## **2.3. Marco teórico**

### ***2.3.1. Sector avícola en Colombia***

Con la industrialización de granjas de pollos de engorde para el comercio, el origen del sector avícola en Colombia se da aproximadamente en 1940, a partir de este año no solo se hablaba de la industria del pollo de engorde, sino que también de subproductos derivados de éste y la industria del huevo. Con el pasar de los años, surgieron empresas avícolas que invirtieron capital y así tecnificar sus sistemas de producción, consiguiendo un mayor valor en los productos, disminuyendo los costos de producción y por consiguiente el precio del pollo haciéndolos más competitivos en el mercado de las carnes (Rivera, Malaver, Peña, & Malaver, 2011).

Este sector ha adquirido un papel importante en la economía del país, estando presente en la mayoría de los departamentos del territorio colombiano. En cuanto a la producción y consumo, se ha visto un crecimiento considerable en los últimos años con la apertura de mercados internacionales, aumentándose así la producción nacional, representando aproximadamente el 25% del producto interno bruto pecuario (PBI), 7% del PIB agropecuario y 0,5% en el PIB nacional (Quintero, 2019)

### **2.3.2. Cadena productiva**

Independientemente del producto final, las empresas productoras del sector avícola tienen seis procesos en su cadena de producción:

**2.3.2.1. Granjas productoras.** Deben tener instalaciones adecuadas para el alojamiento de aves reproductoras y así obtener huevos fértiles.

**2.3.2.2. Incubación.** En la que se hace un constante seguimiento para el nacimiento de los pollitos, evitando perturbaciones y garantizar su capacidad genética.

**2.3.2.3. Engorde (granjas).** Se da el crecimiento, levante y engorde de los pollos hasta alcanzar su tamaño y peso ideal para el mercado.

**2.3.2.4. Producción de pollo entero y despresado.** Proceso que se lleva a cabo en plantas de procesamiento rigurosamente controladas, es decir, con un ambiente adecuado y condiciones inocuas para garantizar la calidad del producto que será recibido por el consumidor.

**2.3.2.5. Distribución y transporte.** Se debe hacer en equipos especializados “cadena de frío” para evitar contaminación del producto y así conservar su forma y valor nutricional.

**2.3.2.6. Comercialización.** En los establecimientos deben disponer de neveras y áreas en buenas condiciones de limpieza para conservar la calidad del producto (Rivera, Malaver, Peña, & Malaver, 2011).

### ***2.3.3. Descripción y clasificación taxonómica del pollo de engorde***

Los pollos broilers, mayormente conocidos como pollos de engorde, pertenecen al grupo de las razas pesadas, la cual se obtuvo mediante varios cruzamientos de hembras White Rock y machos de la raza Cornish; con el fin de llegar a la obtención de ejemplares con mejor peso, mayor conversión alimenticia, mayor resistencia a enfermedades, buena presentación física, entre otras características que hacen de éstas aves excelentes para el sector avícola (Duque, s.f).



**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del pollo de engorde

<b>CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Reino</b>	Animal
<b>Phylum</b>	Cordados
<b>Subphylum</b>	Vertebrados
<b>Clase</b>	Aves
<b>Orden</b>	Galliformes
<b>Familia</b>	Phasianidae
<b>Género</b>	Gallus
<b>Especie (Nombre científico)</b>	Gallus gallus domesticus

**Fuente:** (Chicaiza de la Cruz, 2009)

#### ***2.3.4. Principales líneas de pollos de engorde en Colombia***

En Colombia, los pequeños, medianos y grandes avicultores, adquieren la misma genética de pollos de engorde. En el país se manejan principalmente tres razas de pollos de engorde entre las que se destacan las líneas Ross, Cobb y Avian Cobb, siendo estas las razas más productivas y rentables en los sistemas de producción. Sin embargo, de acuerdo al clima donde mejor se desarrollan estas aves, el productor deberá escoger la que más se adapte a sus instalaciones (Acosta & Jaramillo, 2015).

El pollo de la línea Ross 308 se caracteriza por su buen desempeño en cuanto al rendimiento productivo en peso vivo y procesado, además demuestra índices de excelente conversión alimenticia. Este pollo posee una alta tolerancia al medio ambiente, por lo que

favorece varios tipos de climas. Todas estas cualidades junto a una saludable tasa de crecimiento hacen que esta raza tenga ventajas económicas siendo beneficioso para los productores del sector avícola (Aviagen, s.f.).

### ***2.3.5. Morfología***

Los pollos de engorde tienen una cresta en el píleo y lóbulos que cuelgan en el pico. Su dorso está cubierto por una capa de plumas que se extienden desde el cuello hasta la espalda. Presentan dimorfismo sexual, es decir, los machos son más grandes que las hembras; llegando a medir 50 cm de alto con un peso de 4 kg, mientras que las gallinas no miden más de 40 cm y llegan a pesar 2 kg, siendo su coloración y apéndices de la cabeza menos llamativos que las del macho. Estas aves son sacrificadas entre las cinco y siete semanas de edad, es decir, cuando aún no han alcanzado su madurez sexual, por lo que dependiendo de la alimentación, se obtendrá una carne tierna, blanca, blanca o amarillenta con bajo contenido en calorías pero con alto porcentaje de proteína (Manrique & Perdomo, 2019).

### ***2.3.6. Sistema de producción***

En las granjas de producción de pollos de engorde es indispensable brindar a las aves un ambiente adecuado y totalmente controlado (temperatura y ventilación), como también una alimentación completa, lo que les va a permitir expresar su máximo potencial genético

(Manrique & Perdomo, 2019). Según el objetivo de la explotación, se consideran tres sistemas de producción en pollos de engorde: semi extensivo, intensivo y tradicional.

**2.3.6.1. Sistema de producción Semi extensivo.** Sistema de crianza en la que los pollos de engorde gozan de libertad estando en pastoreo en un terreno el cual no está muy delimitado. Se caracteriza por sus bajos costos de producción y poca mano de obra, no cuenta con un plan sanitario estricto. Al no haber una estricta alimentación y ésta ser a base de subproductos del hogar y pastoreo, el tiempo de crecimiento es afectado, por lo que este tipo de sistema de producción es más que todo para la seguridad alimentaria (Manrique & Perdomo, 2019).

**2.3.6.2. Sistema de producción intensivo.** Sistema en el que los pollos de engorde permanecen en confinamiento durante todo el periodo de producción (6-7 semanas), el principal objetivo de este sistema es aprovechar al máximo el espacio disponible en el galpón con el aumento de la densidad por metro cuadrado, por lo que no se requiere de tanta extensión. También requiere de un alto capital para una adecuada alimentación, sanidad, alojamiento, entre otras prácticas utilizadas (Gómez H. , 2015)

**2.3.6.3. Sistema de producción tradicional.** Este sistema se lleva a cabo en galpones que cuentan con cortinas para el control de la temperatura; bebederos y comederos que pueden ser manuales o automáticos. La densidad de pollos por metro cuadrado no debe exceder de 12 pollos. Es más conocido como el sistema de producción industrial (Manrique & Perdomo, 2019).

### **2.3.7. Manejo del pollo de engorde**

**2.3.7.1. Galpón.** Es muy importante que el lugar donde van a estar alojados los pollos estén bien diseñados y que cumplan con unos requisitos indispensables para la comodidad, resistencia, economía y facilitar el trabajo por parte de los operarios, de la misma manera, brindar a los animales un ambiente adecuado para que expresen su potencial genético y productivo (Acosta & Jaramillo, 2015).

**2.3.7.1.1. Orientación.** Con el fin de reducir la temperatura de la nave o galpones y evitar su efecto en las aves, se debe construir de forma que los rayos solares no ingresen. Su orientación debe ser de norte-sur para el eje más largo en climas fríos y de oriente-occidente para climas cálidos (Morales, 1998).

**2.3.7.1.2. Piso.** No se debe utilizar un piso en tierra, preferiblemente debe ser en cemento con un espesor de 8cm y desnivel de 1 al 3% con el fin de garantizar unas condiciones óptimas y facilitar su limpieza y desinfección (Gonzalez, 2018).

**2.3.7.1.3. Techo.** El más común es el techo en zinc buscando la manera de disminuir la temperatura interna, preferiblemente debe ser de dos aguas ya que permite que el aire caliente producido salga más fácilmente. De acuerdo al clima, se deben manejar diferentes alturas, mientras más alta es la temperatura del lugar de producción, más alto deberá ser el techo, al igual que el ancho del galpón, entre más cálido, más angosto y con paredes más bajas (Gonzalez, 2018).

**2.3.7.2. Preparación del galpón y periodo de descanso.** Se debe llevar a cabo un protocolo de aseo y desinfección de los galpones y tener un periodo de descanso antes de la llegada de los pollitos con el fin de disminuir riesgos. Los pasos para la correcta desinfección son:

- a) Sacar los equipos del galpón para su limpieza y desinfección.
- b) Sanitizar la pollinaza y llevarla al área de compostaje.
- c) Barrer y lavar el galpón (paredes, techo, cortinas, pisos,) con agua a presión y detergente.
- d) Flamear los pisos, ranuras, grietas y mallas del galpón.
- e) Desinfectar el galpón en todas las áreas con productos yoyados, amonio cuaternario o glutaraldehído.
- f) Encalar pisos, muros y paredes.
- g) Iniciar un programa para el control de insectos y roedores.
- h) Aseo y desinfección del sistema de agua. Se debe lavar el tanque de abastecimiento de agua.

El periodo de descanso es el tiempo en el que el galpón queda totalmente desinfectado hasta la llegada del nuevo lote, por lo general debe ser mínimo de 10 a 15 días (Acosta & Jaramillo, 2015).

**2.3.7.3. Recepción del pollo.** En cada galpón debe haber solamente aves de la misma edad, el llamado principio del sistema “todo dentro-todo fuera”, puesto que si se tienen aves de diferentes edades los programas de vacunación y limpieza serían más difíciles y eso llevaría al surgimiento de problemas de salud, a lo que se podría reducir el rendimiento de las aves. Antes de la llegada de los pollitos, el material de la cama debe estar distribuido homogéneamente, con profundidad de 8 a 10 cm, si no hay una correcta distribución de la cama podría restringir el acceso al alimento y agua perdiéndose la uniformidad de la parvada. Los pollos no pueden regular su temperatura corporal sino hasta que alcanzan los 12-14 días de edad, por lo que para su recepción requieren de una temperatura óptima, a su vez, la nave también debe tener una temperatura y humedad relativa tanto del aire como de la cama, por eso, se debe estabilizar por lo menos 24 horas antes de la llegada del lote (Aviagen, 2009). Parámetros ambientales recomendados para la recepción de los pollitos:

- a) Temperatura del aire: 30 °C
- b) Temperatura de la cama: 28-30 °C
- c) Humedad relativa: 60-70%

Estos parámetros se deben monitorear con regularidad para asegurar un ambiente uniforme en toda el área de crianza, aunque el comportamiento de las aves es el mejor indicador.

**2.3.7.4. Control del medio ambiente.** Los niveles óptimos de temperatura y humedad son indispensables para la salud de los pollos. La temperatura y humedad relativa se deben monitorear con regularidad de dos a tres veces al día durante la primera semana de vida de los animales. Estos medidores de temperatura y humedad se deben colocar a nivel de los pollos.

Durante el ciclo productivo es importante que en la ventilación no existan corrientes de aire para mantener la temperatura y humedad relativa en sus correctos niveles y permitir el recambio de aire para evitar la acumulación de gases tóxicos dentro de la nave o galpón, como el monóxido de carbono, bióxido de carbono y amoníaco (Aviagen, 2009).

**2.3.7.5. Programas de vacunación.** Los programas de vacunación se deben hacer bajo la orientación de un profesional médico veterinario o especialista en avicultura.

Es importante conocer datos acertados sobre la presencia de enfermedades que se presentaron en la zona, las vacunas que se han manejado y el comportamiento sanitario y zootécnico de las aves que fueron utilizadas. Para (Acosta & Jaramillo, 2015), las principales vacunas que se deben aplicar en un sistema de producción en pollos de engorde son:

**Marek:** esta se aplica al 99% de las aves en Colombia, por norma, todas las incubadoras la aplican.

**New Castle:** obligatoria en el territorio nacional, y al haber focos debe ser reportada obligatoriamente. Esta es aplicada en dos dosis con la cepa Lasota; la primera a los siete días y la segunda a los 14 o 16 días. El método de aplicación es vía ocular.

**Bronquitis:** la mejor cepa para usar es la Massachusetts, aplicada en dos dosis, la primera va a al mismo tiempo con la primera de New Castle y la segunda dependiendo del manejo de la granja, algunos productores la combinan con la segunda de New Castle.

**Gumboro:** la cepa más usual es la Luckert intermedia, caracterizada por ser suave. Se aplica la primera dosis a los siete días y la segunda a los 15 o 17 días de vida. El método de aplicación es vía ocular o en la nariz.

**Viruela:** por condiciones sanitarias de la zona algunas granjas aplican la vacuna contra la viruela.

**2.3.7.6. Programas de alimentación.** El alimento balanceado es un componente importante dentro de los costos de producción del pollo de engorde. Es necesario formular raciones y balancearlas en cuanto a los principales nutrientes (energía, proteína y aminoácidos, vitaminas y minerales y ácidos grasos) dependiendo de la edad y requerimientos nutricionales de los pollos. La alimentación se divide en varias etapas para el mejor aprovechamiento de los nutrientes que tienen los alimentos y estas divisiones van de acuerdo a los procesos fisiológicos y metabolismo del animal, todo con la finalidad de brindar al animal los nutrientes necesarios en un tiempo determinado evitando pérdidas (Gómez, Cuevas, López, & Gonzalez, 2011).



### 2.3.7.6.1. Requerimientos nutricionales de pollos de engorde

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales para pollos de engorde sugeridos para 4 etapas

<b>Requerimientos nutricionales para pollos de engorde</b>				
<b>Nutrientes</b>	<b>Pre-iniciador</b>	<b>Iniciador</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Engorde</b>
<b>Edad (días)</b>	0-7	8-14	15-22	>23
<b>EM Kcal/kg</b>	3100	3175	3250	3275
<b>Proteína (%)</b>	23	22	21	20
<b>Razón EM/PC</b>	135	144	155	164
<b>Calcio (%)</b>	1,00	0,95	0,90	0,85
<b>Fosf. Disponible (%)</b>	0,50	0,45	0,40	0,35
<b>Sodio (%)</b>	0,23	0,21	0,19	0,17
<b>Cloro (%)</b>	0,17	0,16	0,15	0,15
<b>Potasio (%)</b>	0,95	0,90	0,85	0,80
<b>Lisina Dig (%)</b>	1,33	1,24	1,16	1,08
<b>Met+Cist Dig (%)</b>	0,98	0,92	0,90	0,89
<b>Metionina Dig (%)</b>	0,55	0,51	0,50	0,49
<b>Treonina Dig (%)</b>	0,88	0,82	0,79	0,76
<b>Triptofano Dig (%)</b>	0,21	0,20	0,20	0,19
<b>Arginina Dig (%)</b>	1,40	1,30	1,24	1,18
<b>Valina Dig (%)</b>	1,01	0,94	0,89	0,84
<b>Isoleucina Dig (%)</b>	0,88	0,82	0,78	0,73
<b>Leucina Dig (%)</b>	1,42	1,33	1,26	1,20

**Fuente:** Engormix (Paulino, 2017)

Para (Aviagen, 2009), en los programas de alimentación se pueden encontrar diferentes tipos de alimento dependiendo de la edad y desarrollo de los animales:

“**Inicio.** Va de los cero a diez días de edad, el objetivo es estimular el buen apetito y alcanzar un óptimo crecimiento temprano. Dentro de los programas de alimentación representa un pequeño porcentaje del costo total del alimento; **Crecimiento.** Es suministrado por 14 a 16 días después del iniciador. Este alimento ya posee un cambio en la textura de migajas o mini pellets. Durante este periodo el pollo continúa su crecimiento de manera dinámica, por lo que este alimento debe aportar un buen contenido nutricional e ir mejorando los parámetros productivos como el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia; **Finalización o**

*engorde*. Este alimento va a representar el mayor porcentaje y costo de producción dentro de la alimentación del pollo de engorde. Se les suministra a partir de los 25 días de edad hasta el sacrificio”.

### **2.3.8. Programas de iluminación en la avicultura**

Los programas de luz en los sistemas de producción avícola se iniciaron en los años 60 en centros de investigación de Canadá y Europa al comenzar a criar pollos de engorde con diferentes sistemas de luz-oscuridad, buscando que tipo de beneficio aportaban esta técnica en los sistemas de producción de pollos de engorde (Moreno, 2006).

Dentro de los beneficios de los programas de iluminación se encuentra:

- ✓ Mejora la viabilidad, reduciendo la mortalidad causada por problemas metabólicos como ascitis y de tipo musculo esquelético.
- ✓ Mejora los índices productivos, reduciendo los índices de conversión alimenticia.

En las granjas para la producción de huevos, la iluminación es muy importante para el crecimiento de las pollitas y también para cuando inician la etapa de postura. Las aves responden a los factores de la luz (intensidad lumínica, longitud de onda y fotoperiodo) de una manera

diferente que los seres humanos; mientras que las aves pueden llegar a ver una luz UV-A de 320 a 400 nm, los humanos solo a un espectro de 400 a 750 nm (Selecciones Avícolas, 2018).

Dentro de los programas de iluminación se destacan factores como la duración de la luz (Fotoperiodo), longitud de onda (color de la luz) y la intensidad lumínica.

**2.3.8.1. Duración de la luz (fotoperiodo).** Es la duración o las horas de luz a la que están expuestos los animales durante el día (24 horas) (Díez, 2019).

**2.3.8.2. Longitud de onda (color de la luz).** Cuando se habla de longitud de onda se refiere al tipo de luz que se está utilizando la cual es determinada por el color de la misma, midiéndose ésta en kelvin (Oviedo-Rondon, 2013).

**2.3.8.3. Intensidad lumínica.** La intensidad de la luz o intensidad lumínica es la cantidad de luz que genera una fuente en un área determinada, ésta es medida en lúmenes por metro cuadrado o lux.

## **Capítulo 3: Marco metodológico**

### **3.1. Población y muestra**

Para la evaluación de los parámetros productivos en la exposición a luz artificial, se trabajó con 90 pollos de engorde de la línea Ross (45 machos y 45 hembras) distribuidos en tres tratamientos de a 15 machos y 15 hembras para un total de 30 animales por cada estudio. El tamaño de la muestra es la misma población total.

### **3.2. Duración**

La duración del periodo experimental fue de 42 días.

### **3.3. Características de la unidad de investigación**

- Alojamiento: 3 corrales.
- Animales: 90 pollos.
- Tratamientos: 3.
- Repeticiones: 3.

### **3.4. Diseño experimental**

Se trabajó mediante bloques completamente aleatorizados en tres tratamientos con tres repeticiones.

### **3.5. Factor de estudio**

#### **Exposición de luz artificial**

- **Tratamiento 1 (T1):** 8 horas de exposición a luz artificial
- **Tratamiento 2 (T2):** 4 horas de exposición a luz artificial
- **Tratamiento 3 (T3):** sin exposición a luz artificial

### **3.6. Recolección de datos**

#### ***3.6.1. Peso inicial.***

Una vez recibidos los pollitos se dividieron por sexo y se pesaron el día 1 de la investigación.

### **3.6.2. Consumo de alimento**

Se les suministro alimento balanceado a voluntad y semanalmente se determinó el consumo con la siguiente formula:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento suministrado (g)} - \text{Alimento que sobró (g)}$$

### **3.6.3. Ganancia de peso semanal (GPS)**

Se determinó mediante el pesaje semanal de los animales con la siguiente formula:

$$\text{GPS} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

### **3.6.4. Índice de conversión alimenticia**

Se determinó con la relación entre el consumo de alimento semanal acumulado y la GPS acumulada durante el periodo de investigación, utilizando la siguiente formula:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado}}{\text{GPS acumulada}}$$

### **3.6.5. Eficiencia alimenticia**

Se determinó con la relación entre la GPS acumulada y el consumo de alimento semanal acumulado durante el periodo de investigación, utilizando la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia alimenticia} = \frac{\text{GPS acumulada}}{\text{Consumo de alimento acumulado}}$$

### **3.6.6. Rendimiento en canal**

Se evaluó al final del periodo experimental con el sacrificio de una muestra de 10 pollos por tratamiento (5 machos y 5 hembras), donde se realizó el retiro de las vísceras y menudencia. Este parámetro se determinó mediante el peso vivo y peso en canal con la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento en canal(\%)} = \frac{\text{Peso en canal (g)}}{\text{Peso vivo (g)}} * 100$$

### **3.6.7. Costo – beneficio**

Se tomó en cuenta los costos de producción para cada tratamiento:

- Costo de pollito
- Costo de concentrado
- Costo de vitamina
- Implemento (tamo de arroz)
- Consumo de luz (KW/h)

### **3.7. Manejo durante la etapa experimental**

#### **3.7.1. *Control de la luz***

Durante la primera semana los 90 pollos fueron expuestos a 23 horas de luz incandescente de 110 W para su termorregulación y prevenir problemas de hipotermia. Después se distribuyeron en sus respectivos tratamientos en los cuales se utilizó luz LED de 40 W manteniéndose un control de éste durante las horas nocturnas para brindarles los periodos de iluminación que correspondía a cada tratamiento.

#### **3.7.2. *Manejo del galpón***

Se realizó una desinfección completa de los galpones días antes de la llegada de los pollos, haciendo un lavado con agua y jabón y después con creolina para una correcta limpieza y



desinfección; durante el periodo experimental se trabajó con este producto para prevenir malos olores.

### **3.7.3. Bebederos**

Se utilizó bebederos de volteo de 5L y artesanales a los que se les hacia 2 recambios de agua al día y de la misma manera se les hacia la limpieza.

### **3.7.4. Comederos**

Se utilizó comederos con capacidad de 7 Kg y su limpieza se realizaba semanalmente.

### **3.7.5. Manejo de animales**

Se manejaron 90 pollos de engorde de la línea Ross, 45 machos y 45 hembras identificadas con una ligera marca en las plumas del dorso. Se utilizaron 15 machos y 15 hembras por tratamiento para un total de 30 animales en cada caso de estudio.

### **3.7.6. Suministro de alimento**

Se les suministró a todos los tratamientos concentrado comercial a voluntad (*Ad libitum*) de la marca Bioconcentrado; pre-inicio (inicio) durante la primera semana de la investigación, Bio-pollito (crecimiento) durante las semanas 2 y 3; y Bio-pollo (engorde) durante las semanas 4, 5 y 6. Se mantenían llenos los comederos y el día del pesaje se vaciaban y se pesaba el alimento sobrante para saber el consumo semanal exacto. No se utilizaron tablas de suministro de alimento, puesto que su alimentación fue a voluntad y el consumo se determinó semanalmente mediante la relación que había entre el alimento consumido y el que sobró. El consumo de alimento de cada tratamiento se puede observar en la Tabla 5 del capítulo 4 resultados y discusiones; y la relación consumo de alimento-ganancia de peso en la tabla 24 de los anexos. Ver tabla 23 de los anexos para el consumo de alimento.

**Tabla 3.** Composición de alimento balanceado comercial (crecimiento)

<b>Composición nutricional</b>	
<b>Proteína mínima</b>	21,5%
<b>Grasa mínima</b>	5%
<b>Fibra máxima</b>	5%
<b>Cenizas máxima</b>	8%
<b>Humedad máxima</b>	12,5%

**Fuente:** (Alimento balanceado, 2020)

**Tabla 4.** Composición de alimento balanceado comercial (Engorde)

<b>Composición nutricional</b>	
<b>Proteína mínima</b>	19,5%

<b>Grasa mínima</b>	5%
<b>Fibra máxima</b>	6%
<b>Cenizas máxima</b>	8%
<b>Humedad máxima</b>	12,5%

**Fuente:** (Alimento balanceado, 2020)

### ***3.7.7. Control del peso***

Se realizó una vez por semana tomando 6 pesos por animal durante los 42 días de la investigación. Los animales eran puestos en ayuno por un periodo de 10 a 12 horas antes de realizar el pesaje.

### **3.8. Modelo estadístico**

Se empleó el modelo estadístico SPSS, software utilizado para el análisis de datos, creación de tablas y gráficas. Funciones: estadísticas avanzadas, modelar, análisis de texto y diseño de visualización.

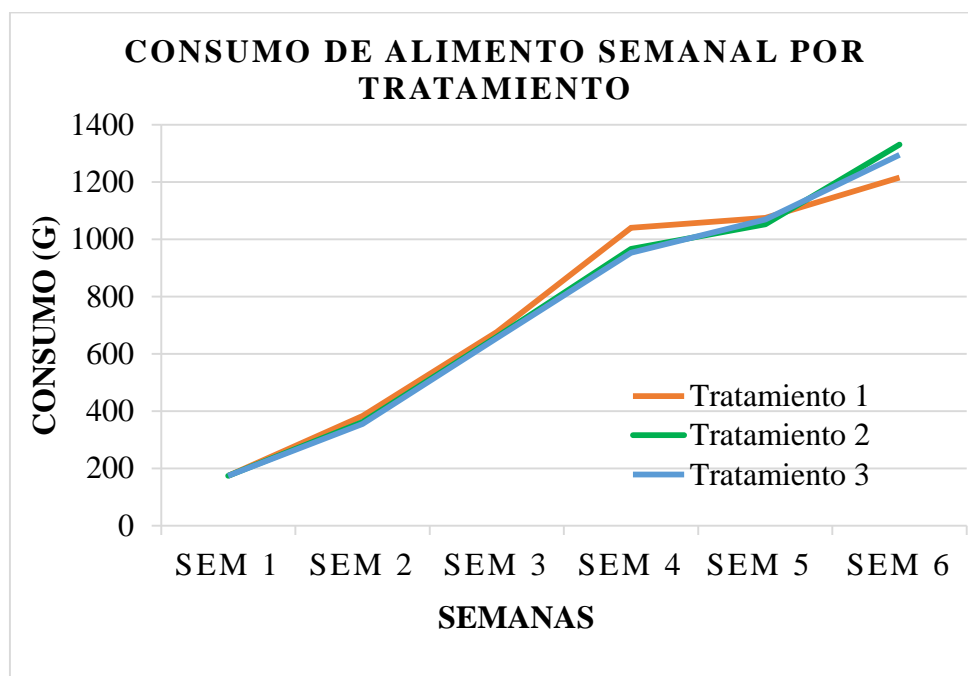
## Capítulo 4: Resultados y discusiones

### 4.1. Consumo de alimento

**Tabla 5.** Consumo de alimento semanal en promedio de los animales por tratamiento.

**Consumo de alimento semanal (g)**

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Total
<b>Tratamiento 1</b>	173,8	382,6	675,5	1039,8	1074	1215,6	4561,3
<b>Tratamiento 2</b>	173,8	361,8	658,9	965,8	1052,1	1330,7	4543,2
<b>Tratamiento 3</b>	173,8	355	653,9	952,3	1069,1	1294,5	4498,6



**Gráfico 1.** Consumo de alimento semanal por tratamiento

**Tabla 6.** Análisis de varianza para el consumo de alimento

**ANOVA**  
Consumo de alimento

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3697,791	2	1848,896	,099	,907
Dentro de grupos	112362,292	6	18727,049		
Total	116060,083	8			

Los datos obtenidos para el consumo de alimento y su respectivo análisis de varianza, muestran estadísticamente diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos de la investigación; sin embargo, éstos resultados no coinciden con las investigaciones realizadas por (Schwean-Lardner & Classen, 2010) y (Murgas, 2006), donde:

Para el consumo de alimento, los resultados obtenidos en la investigación “Iluminación para pollo de engorde” realizada por (Schwean-Lardner & Classen, 2010), en el que evaluaron el consumo a los 31/32 días, 38/39 días y 48/49 días, obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en todos los casos de estudio 14, 17, 20 y 23 horas de luz al día (L). Siendo el consumo de alimento para los tratamientos al final de la investigación de 5,69 kg 14L; 5,94 kg 17L; 6,15 kg 20L y 5,89 kg 23L. Observándose un mayor consumo en el tratamiento con 20L durante la investigación, comprobando que el consumo de alimento se ve afectado por la duración del fotoperiodo, sin embargo, al comparar el consumo de los tratamientos 20L y 23L desmienten la creencia que entre más horas de luz estén expuestos los pollos, mayor será su consumo y respaldan el concepto de que los pollos prefieren comer durante el día.

(Murgas, 2006) En su investigación “Producción de codornices (*Coturnix coturnix*) sometidas a diferentes programas de iluminación”, muestran diferencias significativas ( $p=0,0001$ ) entre los tratamientos para el consumo de alimento, donde un fotoperiodo intermitente generó un consumo de 26,9 g/día, un fotoperiodo continuo de 27,8 g/día y un fotoperiodo medio de 27,3 g/día. Indicando que el menor consumo en el tratamiento de luz intermitente, se debe a una menor necesidad nutricional provocada por una reducción en la actividad física diaria.

En la investigación se puede apreciar una pequeña diferencia en el consumo de alimento durante las primeras cuatro semanas, donde los pollos expuestos a 20 horas de luz al día (T1) tenían un mayor consumo semanal con respecto a los T2 y T3. No obstante, el consumo disminuyó en las dos últimas semanas de vida para el T1, causado por debilidad en las piernas, donde algunos pollos presentaban leve dificultad para moverse y acceder al alimento. Ésta teoría concuerda con la investigación “Influencia del fotoperiodo sobre el bienestar del pollo de engorde”, realizada por (Classen & Schwean-Lardner, 2010), donde mostraban mejoras en los parámetros de evaluación del bienestar animal (mortalidad, debilidad de las piernas, comportamiento y desarrollo de los ojos) cuando los pollos eran sometidos a periodos de oscuridad, a lo que un fotoperiodo de 17 horas sería el óptimo desde el punto de vista del bienestar animal.

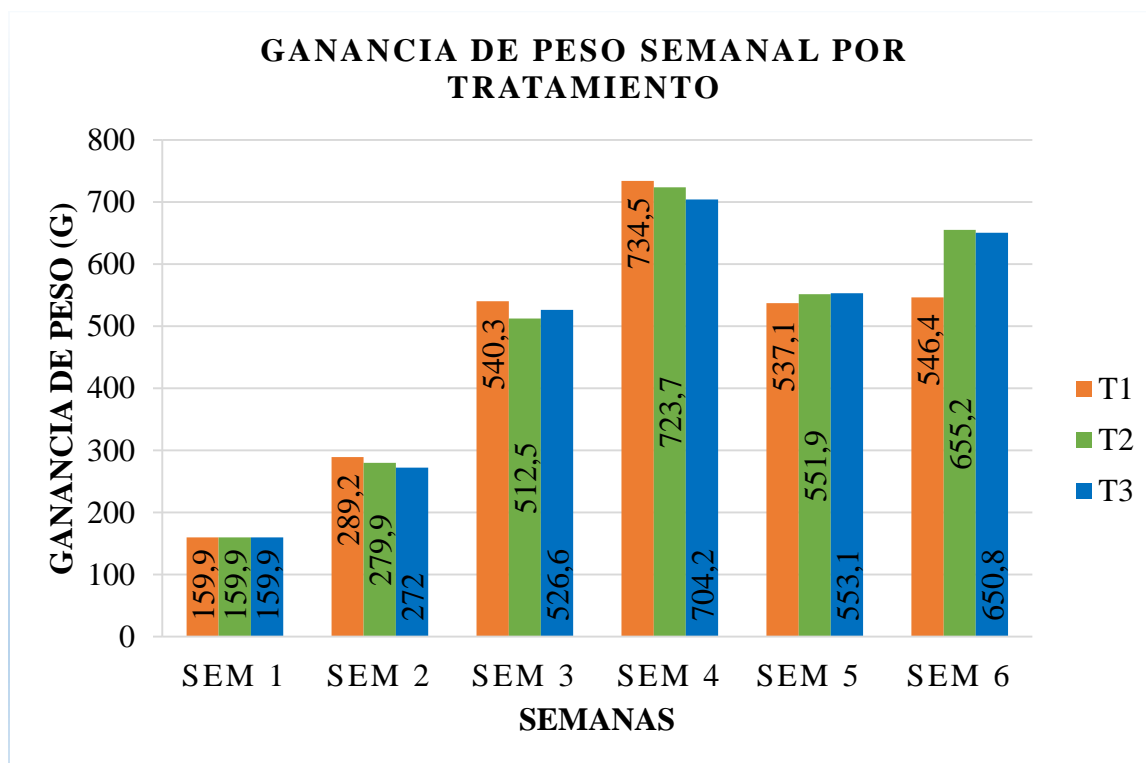
Con éstos resultados, no se hace necesario prolongar las horas de fotoperiodo en los pollos de engorde con la utilización de la luz artificial, puesto que se obtuvieron consumos de

alimentos similares entre los tratamientos; notándose que los pollos solamente consumen alimento según sus necesidades diarias.

#### 4.2. Ganancia de peso semanal (GPS) y acumulada

**Tabla 7.** Ganancia de peso semanal (GPS) en promedio de los animales por tratamiento

Ganancia de peso semanal (g)						
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
<b>T1</b>	159,9	289,2	540,3	734,5	537,1	546,4
<b>T2</b>	159,9	279,9	512,5	723,7	551,9	655,2
<b>T3</b>	159,9	272	526,6	704,2	553,1	650,8



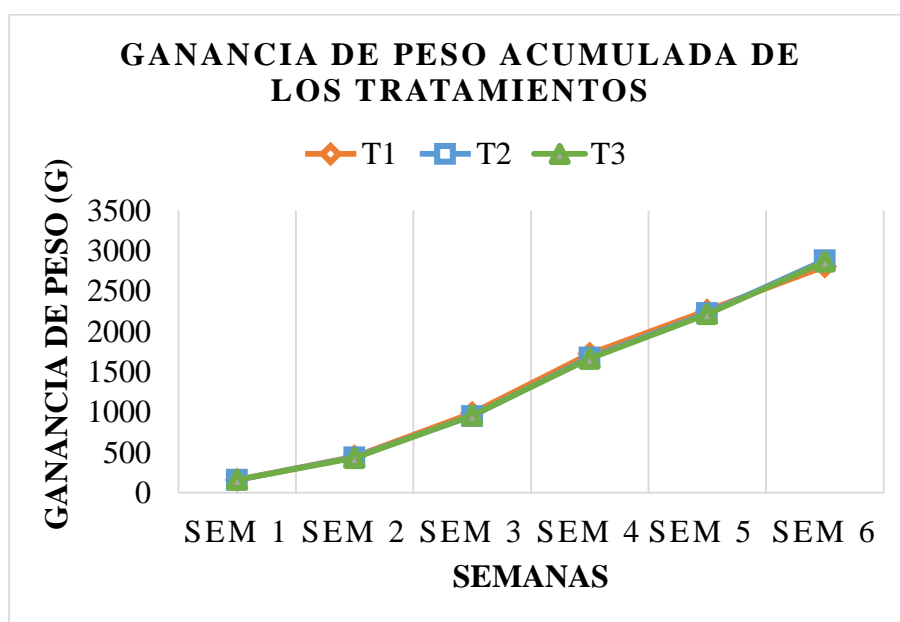
**Gráfico 2.** Ganancia de peso semanal por tratamiento

Al igual que para el consumo de alimento, la ganancia de peso en las dos últimas semanas de vida se vio afectada para el T1 a causa de la debilidad en las piernas que presentaron algunos pollos, mostrándose diferencias significativas con los otros tratamientos para éste parámetro durante las dos últimas semanas de la investigación. Esto se puede ver detalladamente en la tabla 7 y Gráfico 2.

**Tabla 8.** Ganancia de peso acumulada en promedio de los animales de cada tratamiento.

**Ganancia de peso acumulada (g)**

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
T1	159,9	449,1	989,4	1723,9	2261	2807,4
T2	159,9	439,8	952,3	1676	2227,9	2883,1
T3	159,9	431,9	958,5	1662,7	2215,8	2866,6



**Gráfico 3.** Ganancia de peso acumulada de cada tratamiento



**Tabla 9.** Análisis de varianza de la ganancia de peso de los diferentes tratamientos

**ANOVA**  
Ganancia de peso (GP)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10049,658	2	5024,829	,305	,748
Dentro de grupos	98860,056	6	16476,676		
Total	108909,714	8			

Análisis de varianza de un factor con el método Tukey con un nivel de significancia de 0,05.

**Tabla 10.** Comparaciones múltiples entre los tratamientos para en la ganancia de peso (GP).

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Ganancia De Peso (GP)  
HSD Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	-78,23667	104,80673	,747	-399,8125	243,3392
	T3	-59,95333	104,80673	,839	-381,5292	261,6225
T2	T1	78,23667	104,80673	,747	-243,3392	399,8125
	T3	18,28333	104,80673	,983	-303,2925	339,8592
T3	T1	59,95333	104,80673	,839	-261,6225	381,5292
	T2	-18,28333	104,80673	,983	-339,8592	303,2925

En la tabla 10 se muestran las comparaciones entre los tratamientos para la ganancia de peso al final de la investigación; lo cual no muestra diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), demostrándose así, que un fotoperiodo prolongado no mejora la ganancia de peso.

Estos resultados coinciden con los planteados por (Valdez, 2010) para las primeras semanas de la investigación, donde observo diferencias significativas en la etapa de crecimiento (8-21 días de edad) entre tratamientos. El T1 con 16 horas de luz al día y el T2 con 13 horas. Observó efectos significativos en la ganancia de peso con 38,23 g/día y 32,17 g/día; siendo el T1 el que obtuvo una mayor ganancia de peso, atribuyéndose ésta a la cantidad de horas luz al día.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la ganancia de peso utilizando el método de Tukey

<b>Ganancia De Peso (GP)</b>		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
<b>Tratamientos</b>	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1	3	2806,1767
T2	3	2866,1300
T3	3	2884,4133
Sig.		,747

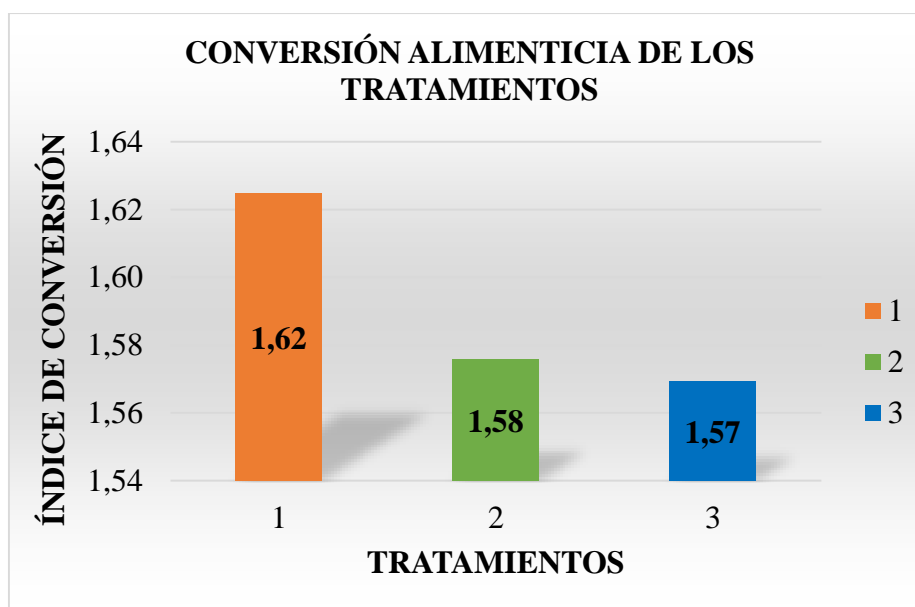
Al igual que la tabla 10 de las comparaciones múltiples, en la tabla 11 se muestra el análisis de varianza utilizando el método Tukey para la ganancia de peso (GP) entre los tratamientos al final de la investigación, lo cual no muestra diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, la **tabla 7** muestra una diferencia entre los tratamientos para la ganancia de peso durante las primeras cuatro semanas de vida. Éste análisis coincide con la investigación de (Classen & Schwean-Lardner, 2010) en la que mencionan que el número de horas luz al día o fotoperiodo tiene un impacto sobre la tasa de crecimiento, pero los efectos son dependiendo de la edad a sacrificio, donde muestran que el peso corporal a edades de 31-32 y

38-39 días, el fotoperiodo respondió de una manera cuadrática y que a los 48-49 días de edad, aumentar el periodo de oscuridad resulto beneficioso; sin embargo, los mejores pesos corporales lo obtuvieron los pollos expuestos a 17 y 20 horas de luz al día.

### 4.3. Índice de conversión alimenticia

**Tabla 12.** Índice de conversión alimenticia por tratamientos.

	Consumo total (g)	Ganancia (g)	I.C.A
<b>T1</b>	4561,3	2807,4	1,62
<b>T2</b>	4543,2	2883,1	1,58
<b>T3</b>	4498,6	2866,6	1,57



**Gráfico 4.** Índice de conversión alimenticia por tratamientos

**Tabla 13.** Análisis de varianza para el índice de conversión alimenticia de los tratamientos

**ANOVA**  
Índice de conversión alimenticia

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,005	2	,003	3,319	,107
Dentro de grupos	,005	6	,001		
Total	,010	8			

El índice de conversión alimenticia es la manera de saber cuánto aprovechan los animales de un alimento, determinado a través del consumo y el peso que ganaron. Los resultados obtenidos en la investigación para esta variable y su respectivo análisis de varianza no muestra diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, el mejor índice de conversión lo tiene el T3 con 1,57, esto es debido a que fue el tratamiento con menor consumo de alimento y una buena ganancia de peso comparada con los T1 y T2 que tuvieron un mayor consumo y su conversión fue de 1,62 y 1,58 respectivamente, éstos resultados se pueden ver detalladamente en la tabla 12.

Estos resultados coinciden con la investigación de (Schwean-Lardner & Classen, 2010), donde obtuvieron una mejor conversión alimenticia cuando el número de horas de luz al día fue menor, presentando los mejores resultados para el tratamiento que tenía 14 horas de luz independientemente de la edad al sacrificio; indicando que ésta mejor conversión se debe a los menores requerimientos de mantenimiento metabólico y menor consumo de alimento.

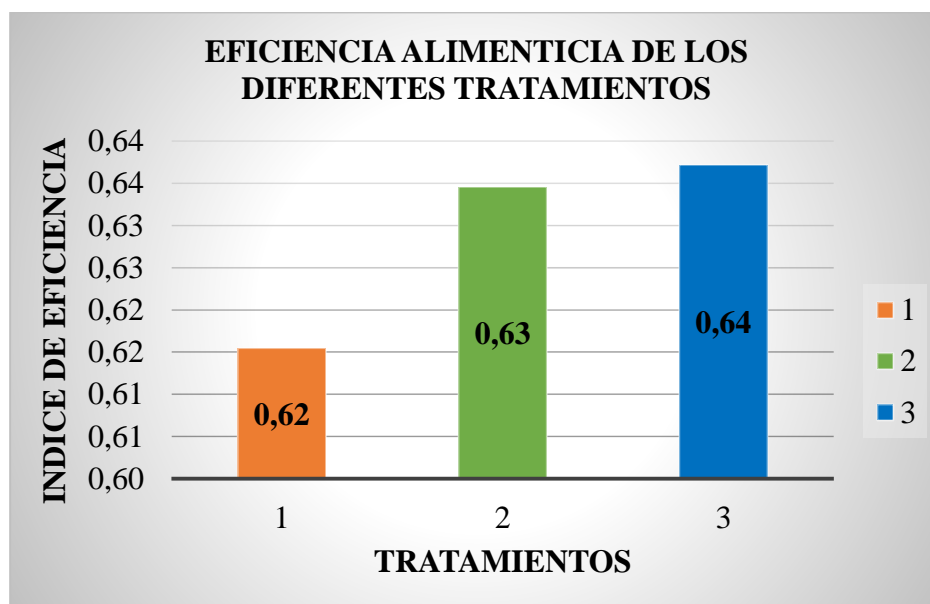
En cuanto a (Murgas, 2006), no observo diferencias estadísticas ( $p = 0,3544$ ) entre los tratamientos para la conversión alimenticia por docena de huevos producidos, sin embargo,

observo que las aves que fueron sometidas a tratamiento con luz intermitente presentaron la mejor conversión comparada con los otros tratamientos (continuo y medio) mostrándose diferencias ( $p=0,0012$ ).

#### 4.4. Eficiencia alimenticia

**Tabla 14.** Eficiencia alimenticia de los diferentes tratamientos

	Ganancia (g)	Consumo total (g)	Eficiencia Alimenticia
<b>T1</b>	2807,4	4611,3	0,62
<b>T2</b>	2883,1	4593,1	0,63
<b>T3</b>	2866,6	4548,6	0,64



**Gráfico 5.** Eficiencia alimenticia de los tratamientos

**Tabla 15.** Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia

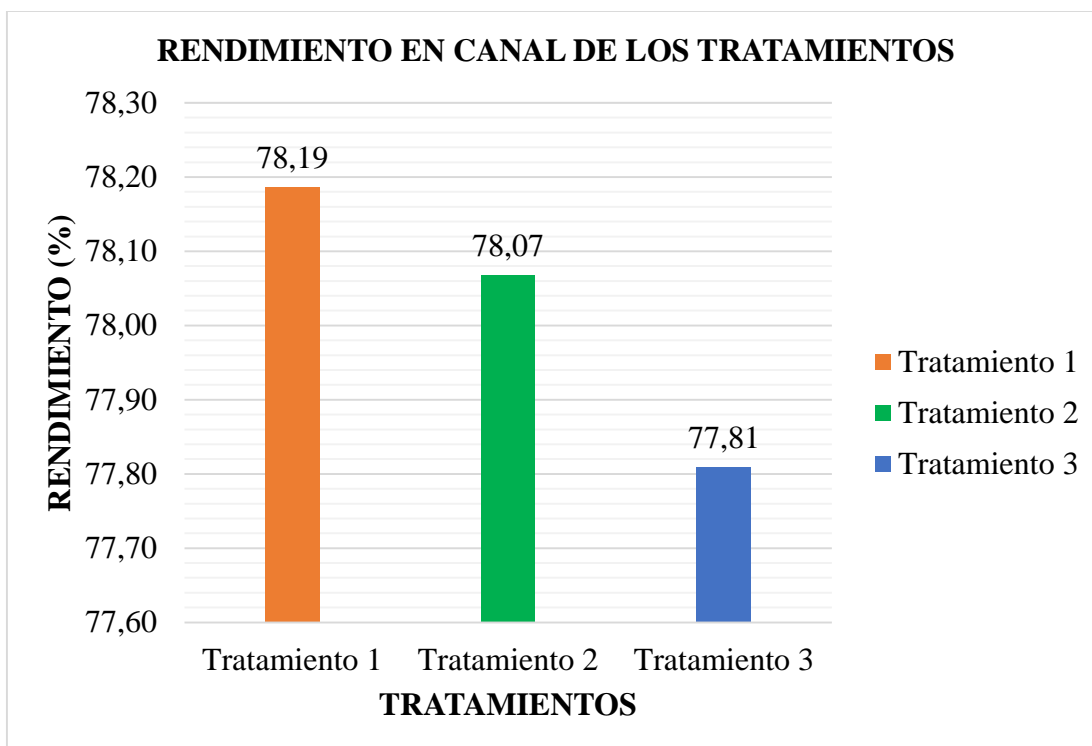
<b>ANOVA</b>					
<b>Eficiencia alimenticia</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	2	,000	1,750	,252
Dentro de grupos	,001	6	,000		
Total	,002	8			

Los resultados obtenidos para la eficiencia alimenticia se muestran en la tabla 14, se ilustra en la gráfica 5 y su respectivo análisis estadístico se puede observar en la tabla 15; la cual no muestra diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para las variables de éste parámetro productivo. Lo cual demuestra que para el estudio, un fotoperiodo prolongado no repercute sobre la eficiencia alimenticia de los pollos de engorde. No obstante, el T3 obtuvo una mejor eficiencia alimenticia 0,64, seguido por el T2 con 0,63 y T1 con 0,62.

#### 4.5. Rendimiento en canal

**Tabla 16.** Rendimiento en canal de los diferentes tratamientos en promedio

	Peso vivo	Peso en canal	Rendimiento canal (%)
<b>T1</b>	2699,7	2110,8	78,19
<b>T2</b>	2926,7	2284,8	78,07
<b>T3</b>	2859,7	2225,1	77,81



**Gráfico 6.** Rendimiento en canal de los tratamientos

Los resultados para el rendimiento en canal se puntualizan en la tabla 16 y se ilustra en el gráfico 6. De estos tratamientos en estudio, los resultados muestran una mínima diferencia entre ellos, siendo para el T1 un rendimiento de 78,19%, seguido por el T2 con 78,07% y por último el T3 con 77,81%.

Al respecto (Valdez, 2010) en su investigación “Determinación del efecto del fotoperiodo en el rendimiento productivo de pollos parrilleros de la línea Ross 308 en la ciudad de El Alto”, evaluó diferentes programas de iluminación para dos tratamientos (T1 y T2); encontrando diferencias significativas para el rendimiento en canal entre los tratamientos al realizar el análisis de varianza; obteniendo pesos de 1813,79 para el T1 y 1778,11 para el T2 y un rendimiento en canal de 77,98% y 80% respectivamente. Concluyendo que al aplicar programas de iluminación y restringir horas de fotoperiodo tiene un efecto en el rendimiento en canal.

**Tabla 17.** Análisis descriptivos para los porcentajes del rendimiento en canal tomando como muestra 10 pollos (5 machos y 5 hembras) por tratamiento

<b>Análisis descriptivos Porcentaje en canal</b>								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Tratamiento 1	10	78,2420	1,27630	,40360	77,3290	79,1550	76,53	80,12
Tratamiento 2	10	78,0820	,85170	,26933	77,4727	78,6913	76,52	79,50
Tratamiento 3	10	77,7630	1,09924	,34761	76,9766	78,5494	75,83	79,31
Total	30	78,0290	1,07083	,19551	77,6291	78,4289	75,83	80,12

**Tabla 18.** Análisis de varianza para los porcentajes del rendimiento en canal

<b>ANOVA Porcentaje en canal</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,189	2	,595	,501	,612
Dentro de grupos	32,064	27	1,188		
Total	33,253	29			

La tabla 18 indica que el análisis de varianza para esta variable no muestra resultados significativos estadísticamente ( $p > 0,05$ ) en los tratamientos evaluados.

Estos resultados coinciden con la investigación de (Schwean-Lardner & Classen, 2010), donde el rendimiento en canal no se vio afectado por el fotoperiodo en los pollos de engorde

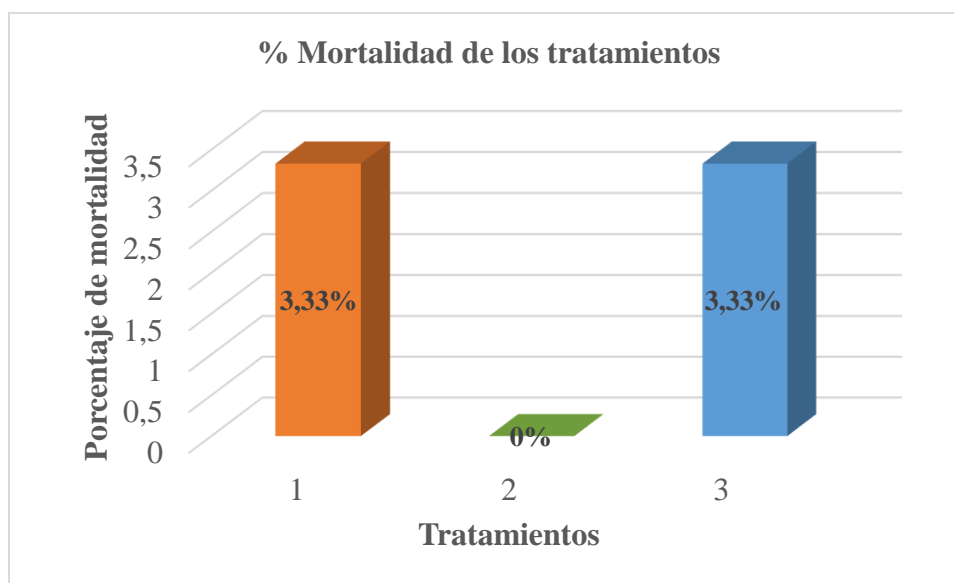


sacrificados a temprana edad (31/32 días). Sin embargo, vieron una mejora en el rendimiento en canal a mayor edad de sacrificio conforme se prolongaba el fotoperiodo.

#### 4.6. Mortalidad

**Tabla 19.** Porcentaje de mortalidad por tratamiento

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Pollos/Tratamiento</b>	30	30	30
<b>Mortalidad</b>	1	0	1
<b>% Mortalidad</b>	3,33	0	3,33



**Gráfico 7.** Porcentaje de mortalidad de los tratamientos

Los porcentajes de mortalidad se muestran detalladamente en la tabla 19 y grafica 7; lográndose apreciar porcentajes similares de mortalidad para los T1 y T3 con un 3,33 % que equivale a un pollo por tratamiento, la causa a la mortalidad fue provocada por el síndrome de muerte súbita ya sea por estrés o condiciones medioambientales desfavorables y no por alguna enfermedad infectocontagiosa. El T2 presentó mejores resultados para el porcentaje de mortalidad con un 0%.

Por su parte (Schwean-Lardner & Classen, 2010) muestran que el fotoperiodo tiene un impacto sobre la mortalidad y aves de desecho; dando como resultado menor mortalidad a una reducción en el fotoperiodo, obteniendo mejores porcentajes de mortalidad con el tratamiento de 17 horas de luz al día (L) con un 4,2%, seguido con 14L con un 5,2%, 20L con un 7,8% y por último 23L con un 7,1%.

Así mismo (Murgas, 2006) en su investigación “Producción de codornices (*Coturnix coturnix*) sometidas a diferentes programas de iluminación” observó un efecto ( $p=0,0037$ ) en los tratamientos sobre la viabilidad de las aves; donde las aves que fueron sometidas al programa de iluminación intermitente presentaron una mayor viabilidad comparadas con las aves que fueron expuestas a luz continua.

No obstante, (Manya, 2013) en su investigación “Respuesta a la exposición de dos tipos de color de luz y su intensidad lumínica sobre el desempeño productivo del pollo de engorde” no presenta diferencias estadísticamente significativas, obteniendo para el grupo testigo (luz blanca) una mortalidad de 2,78, para el grupo experimental 1 (luz verde) una mortalidad de 2,55 y grupo experimental 2 (luz azul) una mortalidad de 2,19.

#### 4.7. Costo – beneficio

**Tabla 20.** Costos totales de producción

<b>COSTOS TOTALES</b>			
<b>MATERIAS PRIMAS Y ANIMALES</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Tamo de arroz	\$ 11.000	2,5	\$ 27.500
Pollito de un día	\$ 1.550	90	\$ 139.500
Vitaminas	\$ 6.000	1	\$ 6.000
Concentrado (Pre inicio)	\$ 1.775	16	\$ 27.765
Concentrado (inicio)	\$ 1.775	93	\$ 164.420
Concentrado (engorde)	\$ 1.775	297	\$ 527.720
KW/h	\$ 612	26	\$ 15.924
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 908.828</b>

**Tabla 21.** Costos de producción por pollo de cada tratamiento

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL POLLO POR TRATAMIENTO</b>			
<b>Materias primas y animales</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Pollito de un día	\$ 1.550	\$ 1.550	\$ 1.550
Tamo de arroz	\$ 306	\$ 306	\$ 306
Vitaminas	\$ 67	\$ 67	\$ 67
Concentrado (pre inicio)	\$ 308	\$ 308	\$ 308
Concentrado (inicio)	\$ 1.878	\$ 1.812	\$ 1.791
Concentrado (engorde)	\$ 5.910	\$ 5.944	\$ 5.886
KW/h	\$ 291	\$ 177	\$ 63
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 10.310</b>	<b>\$ 10.163</b>	<b>\$ 9.970</b>

**Tabla 22.** Análisis económico por tratamiento en promedio

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Costos de producción/pollo (\$)	\$ 10.310	\$ 10.163	\$ 9.970
Ingresos/pollo (\$)	\$ 15.596	\$ 16.016	\$ 15.841
Utilidad (\$)	\$ 5.286	\$ 5.853	\$ 5.871
Margen de utilidad (%)	34	37	37
Rentabilidad (%)	51	58	59

Para el análisis económico, se tuvo en cuenta los costos de producción de cada tratamiento, determinándose así la rentabilidad, lo cual, el Tratamiento 3 (T3) mostró una mejor rentabilidad con un 59%, esto es debido a que de los tres tratamientos fue el que menores costos de producción tuvo, por la ausencia de luz artificial y menor consumo de alimento, generando utilidades del 37% sobre los costos de producción. El tratamiento que dio menor rentabilidad fue el Tratamiento 1 (T1), obtuvo un mayor costo de producción en promedio por pollo a causa de la utilización de luz artificial y mayor consumo de alimento generando un margen de utilidad de 34% sobre los costos de producción. Estos resultados se pueden ver detalladamente en las tablas 20, 21 y 22.

El objetivo de exponer los pollos de engorde a la luz artificial es prolongar las horas de fotoperiodo, y con los resultados obtenidos durante la investigación y su respectivo análisis, se rechaza la hipótesis planteada en la cual la luz artificial genera diferencias en los parámetros productivos de pollos de engorde; puesto que no se vio influenciado prolongar las horas de luz en las aves, observándose diferencias no significativas para las variables evaluadas de cada tratamiento al final de la investigación.

## Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

La exposición a diferentes horas de luz artificial (0, 4 y 8 horas) no se vio influenciada a la hora de realizar la evaluación de los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso semanal (GPS), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA) y rendimiento en canal) en los pollos de engorde de la línea Ross.

Al comparar los resultados de los parámetros productivos de cada estudio, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para cada variable evaluada.

La exposición de luz artificial en la variable de rendimiento en canal de los tratamientos evaluados no presentó diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento que mejor porcentaje en rendimiento en canal tuvo fue el T1 con 78,19%, seguido por el T2 con 78,07% y por último el T3 con 77,81%.

El tratamiento con la mejor rentabilidad fue el T3 que no tuvo exposición de luz artificial, generando un margen de utilidad del 37% sobre los costos de producción y una rentabilidad del 59%, sin embargo, la utilidad y rentabilidad de T2 se asemejan a los del T3. El T1 fue el que tuvo una menor rentabilidad y margen de utilidad con un 51% y 34% respectivamente. Con esto, de acuerdo con el análisis económico, la utilización de luz artificial incrementa los costos de producción por pollo de engorde; por lo que su utilización se verá influenciada en la rentabilidad del sistema de producción.

El fotoperiodo es un factor de gran importancia dentro de un sistema de producción en pollos de engorde, sin embargo, si se tiene en cuenta los principales pilares de la producción animal como el manejo y una adecuada nutrición, no se necesitara exponer a estos animales a prolongados periodos de iluminación.

Con la evaluación de los resultados de la investigación, el T2 (4 horas de exposición a luz artificial, 16 horas de fotoperiodo) fue el que mejores rendimientos obtuvo en los parámetros productivos; por lo tanto, el rendimiento y el bienestar animal de los pollos alcanza un nivel adecuado cuando se proporciona periodos de oscuridad. A lo que un fotoperiodo de 16 horas se podría considerar el óptimo a la hora de llevar a cabo un sistema de producción en pollos de engorde.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda brindar un ambiente adecuado e iluminación continua a los pollitos durante la primera semana de vida, pues de esto dependerá su salud y correcto desarrollo.

Se recomienda realizar estudios en la región con programas de iluminación para los factores longitud de onda e intensidad lumínica.

Se recomienda tener en cuenta los factores medioambientales de la región al momento de disminuir o prolongar las horas de iluminación o fotoperiodo en pollos de engorde.

## Referencias

- Acosta, D., & Jaramillo, A. (2015). *Manejo de pollo de engorde*. Obtenido de Cartilla SENA: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4618/1/Manejo\\_de\\_pollo\\_de\\_engorde.PDF](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4618/1/Manejo_de_pollo_de_engorde.PDF)
- Alimento balanceado*. (2020). Obtenido de Composición garantizada.
- Aragón de León, E. (2018). *Efecto de los programas de iluminación en el rendimiento productivo del pollo de engorda*. Saltillo, Coahuila, México.
- Aviagen. (2009). *Arbor Acres Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de Aviagen: [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf)
- Aviagen. (s.f.). *Ross 308 And Aviagen Brand*. Obtenido de Aviagen: <http://es.aviagen.com/brands/ross/products/ross-308>
- Chicaiza de la Cruz, O. (Septiembre de 2009). *Evaluación de la alimentación de los pollos de engorde con subproductos de la industria panadera y galletera*. Obtenido de Biblioteca digital: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1865/1/CD-2440.pdf>
- Classen, H., & Schwean-Lardner, K. (2010). *Iluminación para pollo de engorde, INFLUENCIA DEL FOTOPERÍODO SOBRE EL BIENESTAR DEL POLLO DE ENGORDE*. Obtenido de Aviagen: [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/LightingforBroilers2010-ES.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/LightingforBroilers2010-ES.pdf)
- Díez, D. (21 de Noviembre de 2019). *Veterinaria digital*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2020, de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-fotoperiodo-en-broilers-y-los-programas-de-iluminacion/>
- Duque, N. (s.f.). *Pollos de engorde*. Obtenido de Agropecuaria al día: <https://agropecuarialdia.es.tl/POLLOS-DE-ENGORDE.htm>
- FENAVI. (15 de Diciembre de 2018). *Boletín FenaviQuín, Programa de Estudios Económicos - Fenavi-Fonav*. Obtenido de Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), Fondo Nacional Avícola (FONAV): [https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/12/Fenaviquin\\_ed2772018-2.pdf](https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/12/Fenaviquin_ed2772018-2.pdf)
- FENAVI. (Febrero de 2019). *¿Cuales seran las perspectivas de la avicultura para el 2019? Avicultores*, 10-12.
- Giobergia, M. (2018). *Evaluación de resultados productivos en pollos de engorde utilizando diferentes intensidades de luz*.

- Gobierno de Colombia.* (2015). Obtenido de Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta, Nuestro municipio: <http://www.cucuta-nortedesantander.gov.co/municipio/nuestro-municipio#:~:text=Fundaci%C3%B3n%20de%20la%20Ciudad,a%20Sebasti%C3%A1n%20Lorenzo%20en%201550>
- Gómez, H. (Septiembre de 2015). Obtenido de Sistema productivo avícola, caso de estudio: "Granjeros Guaycura A.C.": <http://posgrado.lapaz.tecnm.mx/uploads/archivos/55f8bd9e89291.pdf>
- Gómez, R., Cuevas, A., López, C., & Gonzalez, E. (2011). *Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína.* México.
- Gonzalez, K. (20 de Noviembre de 2018). *Galpon para pollos de engorde.* Obtenido de Zootecnia y Veterinaria es mi pasión: <https://zoovetespasion.com/avicultura/pollos/estructura-del-galpon-pollos-engorde/>
- Gutierrez, Sahuquillo, & Torres. (Mayo de 2006). La iluminación en las granjas cunícolas. *Boletín de cunicultura*, págs. 6-10.
- Manrique, M., & Perdomo, O. (22 de Febrero de 2019). *Cría de pollos de engorde.* Obtenido de Agrotendencia: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cria-de-pollos-de-engorde/>
- Manya, D. (Octubre de 2013). *Respuesta a la exposición de dos tipos de color de luz y su intensidad lumínica sobre el desempeño productivo del pollo de engorde.* Recuperado el 23 de Septiembre de 2020, de dspace: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2339/1/T-UCE-0014-62.pdf>
- Morales, D. (1998). *Manual de cría y manejo del pollo de engorda para productores, agropecuarias y alumnos de D.G.E.T.A.* Monterrey.
- Moreno, J. (Enero de 2006). *Programas de luz en granjas broilers.* Obtenido de Selecciones avícolas: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2006/1/1812-programas-de-luz-en-granjas-de-broilers.pdf>
- Murgas. (2006). *PRODUCCIÓN DE CODORNICES (COTURNIX COTURNIX) SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE ILUMINACIÓN. ILUMINACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CODORNICES.* BRASIL.
- Murgas, L., Melo, L., Oliveira, B., & Zangeronimo, M. (18 de Marzo de 2008). *PRODUCCIÓN DE CODORNICES (COTURNIX COTURNIX) SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE ILUMINACIÓN.* Recuperado el 5 de Octubre de 2020, de Anales De Veterinaria De Murcia. 22, 79-86: <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/882>
- Oviedo-Rondon, E. (22 de Abril de 2013). *Portal veterinaria.* Recuperado el 03 de Septiembre de 2020, de <https://www.portalveterinaria.com/avicultura/articulos/10110/el-efecto-de-la-luz-en-los-pollos-de-engorde.html>



- Paulino, J. (22 de Febrero de 2017). *Nutrición de precisión para pollo de engorde de alto desempeño*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/nutricion-precision-pollo-engorde-t40378.htm>
- Quintero, A. (13 de Enero de 2019). *El sector avícola vuela a la costa caribe*. Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/negocios/la-reconversion-del-sector-avicola-hacia-la-costa-caribe-525176>
- Ramirez, L. (2009). *Fisiología reproductiva y programas de luz*. Universidad de Tolima.
- Rivera, H., Malaver, J., Peña, K., & Malaver, M. (2011). *Documentos de investigación, Perdurabilidad empresarial: el caso del sector avícola en Colombia*. Obtenido de urosario: [https://www.urosario.edu.co/Escuela-administracion/Documentos/investigacion/publicaciones/DI119\\_Admon\\_finalb.pdf](https://www.urosario.edu.co/Escuela-administracion/Documentos/investigacion/publicaciones/DI119_Admon_finalb.pdf)
- Rizzotto, D., Engroff, G., Jácome, Martins, V., & Bianchetto, M. (20 de Octubre de 2011). *Influencia de diferentes colores de iluminación artificial sobre la calidad del huevo de codornices japonesas*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/influencia-diferentes-colores-iluminacion-t29083.htm>
- Schwean-Lardner, K., & Classen, H. (2010). *Iluminación para pollo de engorde*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2020, de Aviagen: [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/LightingforBroilers2010-ES.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/LightingforBroilers2010-ES.pdf)
- Sectorial. (7 de Abril de 2016). *La Expansión del Sector Avícola*. Obtenido de Sectorial, Análisis, monitoreo y evaluación de sectores: <https://www.sectorial.co/informativa-avicola/item/51611-la-expansi%C3%B3n-del-sector-av%C3%ADcola#:~:text=Jueves%2C%2022%20Marzo%202018%2011,%2C4%25%20en%20el%20a%C3%B1o%20E2%80%A6>
- Selecciones Avícolas. (Marzo de 2018). *ENTENDIENDO LA ILUMINACIÓN: GUÍA SOBRE LOS LEDS Y OTROS PUNTOS DE LUZ*. Obtenido de Selecciones Avícolas: <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2018/03/entendiendo-la-iluminacion-sobre-los-leds-y-otros-puntos-de-luz>
- Valdez, T. (2010). *DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL FOTOPERIODO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS PARRILLEROS DE LA LÍNEA ROSS 308 EN LA CIUDAD DE EL ALTO*. La Paz - Bolivia.
- Vivas, J. (10 de Febrero de 2019). *El mapa de 1.710 poblados que aún se alumbran con velas en Colombia*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/los-lugares-que-aun-viven-sin-energia-electrica-en-colombia-325892>

## Anexos

### Evidencias fotográficas de la investigación



**Ilustración 1.** Preparación de los galpones (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 2.** Unidad experimental T1 y T2 (Reinaldo Jaimes, 2020)





**Ilustración 3.** Unidad experimental T3 (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 4.** Pediluvio (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 5.** Recibimiento, identificación y división de pollos por sexo (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 6.** Distribución de los pollos en sus respectivos tratamientos y repeticiones (Reinaldo Jaimes, 2020)





**Ilustración 7.** Pesaje y registro de pesos (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 8.** Pesaje de pollos (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 9.** Vista de pollos en la sexta semana (Reinaldo Jaimes, 2020)



**Ilustración 10.** Sacrificio y pesaje de pollo en canal (Reinaldo Jaimes, 2020)

## Tablas

**Tabla 23.** Consumo de alimento y peso - Pollo de engorde

EDAD	UNIDAD	GRAMOS
1ª SEMANA	PESO	130
	GANANCIA DIARIA	12,8
	CONSUMO AL DIA	18 (130)*
2ª SEMANA	PESO	320
	GANANCIA DIARIA	27,14
	CONSUMO AL DIA	38 (270)
3ª SEMANA	PESO	640
	GANANCIA DIARIA	45,71
	CONSUMO AL DIA	78 (550)*
4ª SEMANA	PESO	1030
	GANANCIA DIARIA	55,71
	CONSUMO AL DIA	100 (700)*
SUMINISTRAR ALIMENTO INICIO HASTA LOS 23 DÍAS DE AHÍ ENGORDE Y BAJAR LAS CORTINAS		
5ª SEMANA	PESO	1500
	GANANCIA DIARIA	67,14
	CONSUMO AL DIA	128 (900)*
6ª SEMANA	PESO	1980
	GANANCIA DIARIA	68,57
	CONSUMO AL DIA	161(1368)*

**Fuente:** Curso pollo de engorde (William Ojeda, 2012)

**Tabla 24.** Relación consumo semanal - ganancia de peso semanal

		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<b>SEM 1</b>	Consumo	173,8	173,8	173,8
	Ganancia	159,9	159,9	159,9
<b>SEM 2</b>	Consumo	382,6	361,8	355
	Ganancia	289,2	279,9	272
<b>SEM 3</b>	Consumo	675,5	658,9	653,9
	Ganancia	540,3	512,5	526,6
<b>SEM 4</b>	Consumo	1039,8	965,8	952,3
	Ganancia	734,5	723,7	704,2
<b>SEM 5</b>	Consumo	1074	1052,1	1069,1
	Ganancia	537,1	551,9	553,1
<b>SEM 6</b>	Consumo	1215,6	1330,7	1294,5
	Ganancia	546,4	655,2	650,8

(Reinaldo Jaimes, 2020)