



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Incidencia de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy (*Cavia porcellus*) en etapa de engorde (Cayambe – Pichincha)”.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERA EN ZOOTECNIA

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 04: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

SUBLINEA:

Seguridad y soberanía alimentaria

AUTOR: EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS

ASESOR: MGS. VICENTE ARTEAGA CADENA

Mayo - 2021

Ibarra, 14 de Junio de 2021

MGS. Vicente Arteaga Cadena

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f): 

Dr. Vicente Arteaga Cadena. Mgs

C.C.: 040034764-7

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 
Dr. Vicente Arteaga Cadena. Mgs

C.C.: 040034764-7

(f): 

Mgs. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 100287828-6

(f): 
Mgs. Luis Humberto Haro Bedón

C.C.: 100273938-9

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 14 de junio del 2021



(f):

EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS

C.C.: 180476485-8

AUTORÍA

Yo, EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS, portador de la cédula de ciudadanía N° 180476485-8, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



(f):

EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS

C.C.: 180476485-8

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS, con C.C.: 180476485-8, autor del trabajo de grado intitulado: Incidencia de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy (*Cavia porcellus*) en etapa de engorde (Cayambe – Pichincha)”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería en Zootecnia, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 14 de Junio de 2021



(f):

EVELIN LIZETH RUIZ VILLACIS

C.C.: 180476485-8

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: Incidencia de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy (*Cavia porcellus*) en etapa de engorde (Cayambe – Pichincha)”, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 14 de Junio del 2021.

Para constancia firma:



(f):

Evelin Lizeth Ruiz Villacis

C.C/: 180476485-8

Carrera: Ingeniería en Zootecnia

Ibarra, 14 de Junio del 2021

DEDICATORIA

Quiero dedicar con todo mi corazón mi tesis principalmente a Dios y a mis amados padres; Nelly Villacis y Ángel Ruiz, quienes han creído siempre en mí, me han apoyado y guiado durante toda mi vida para ser una mujer de bien, con valores y constante para poder lograr mis objetivos.

A mi hermana y mejor amiga Andrea, por impulsarme siempre a seguir adelante ante cualquier obstáculo y por ser mi confidente en los buenos y peores momentos.

A mis familiares y mejores amig@s; Shey, Poleth, Kate, Xime, Karen, Sofy, Paullet, Mony, Danny, Camilo y Erick, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, amistad sincera e incondicional, alegrías y tristezas conmigo.

A todas aquellas personas que durante mi etapa universitaria estuvieron a mi lado apoyándome para que este sueño se haga realidad.

Finalmente, sin restarle importancia y de manera muy especial mi tesis se la dedico a mi mascota arturito, por ser mi compañía día y noche durante toda mi etapa Universitaria, la elaboración de mi tesis y quien también fue parte fundamental e inspiración por la cual creció mi amor por los animales y escogí ésta hermosa carrera.

Evelin Lizeth Ruiz Villacis

AGRADECIMIENTO

Una mezcla de emociones invade mi vida, me siento muy feliz y agradecida infinitamente con Dios por permitirme cumplir esta meta tan anhelada en mi vida, logro que se lo debo a mis padres Nelly Villacis y Ángel Ruiz a quienes agradezco infinitamente por brindarme su apoyo incondicional, amor y comprensión en todo momento; es un verdadero privilegio tenerlos a mi lado.

A mi hermana Andrea, por ser mi mejor amiga, confidente y soporte en los momentos buenos y malos de mi vida, de igual manera a mi cuñado Daniel gracias por su apoyo y los ánimos brindados.

A mi primo, MVZ. Xavier Villacís y demás familia, gracias por ser un ejemplo a seguir y brindarme sus consejos para ser mejor tanto personal como profesionalmente.

A mi asesor de tesis, Mgs. Vicente Arteaga Cadena, a quien le debo gran parte de mi aprendizaje; gracias por depositar su confianza en mí para la elaboración de esta tesis y guiarme de inicio a fin para la realización de la misma con éxito.

A la PUCE-SI y a tod@s mis querid@s maestr@s, muchas gracias por los conocimientos impartidos en todas y cada una de las asignaturas, gracias por la paciencia y la dedicación que tienen para con sus alumn@s.

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------|----|
| RESUMEN | 18 |
| ABSTRACT | 19 |
| CAPÍTULO I..... | 20 |
| INTRODUCCIÓN..... | 20 |
| CAPÍTULO II | 23 |
| OBJETIVOS | 23 |
| 2.1. Objetivo general | 23 |
| 2.2. Objetivos específicos | 23 |
| 2.3. Hipótesis | 23 |
| CAPÍTULO III | 24 |
| ESTADO DEL ARTE..... | 24 |
| 3.1. Cuy (<i>Cavia porcellus</i>) | 24 |
| 3.1.1. Generalidades del Cuy..... | 24 |
| 3.1.2. Clasificación zoológica..... | 25 |
| 3.1.3. Comportamiento..... | 25 |
| 3.1.4. Manejo del cuy..... | 26 |
| 3.1.5. Etapa de cría y engorde..... | 27 |
| 3.1.6. El estrés en el cuy..... | 27 |
| 3.1.7. Momento óptimo del sacrificio | 28 |
| 3.1.8. La carne del cuy | 28 |
| 3.2. Requerimientos nutricionales..... | 29 |
| 3.2.1. Agua..... | 29 |
| 3.2.2. Proteína..... | 30 |
| 3.2.3. Fibra | 30 |
| 3.2.4. Energía | 30 |

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| 3.2.5. Grasa | 30 |
| 3.2.6. Minerales | 31 |
| 3.2.7. Vitaminas..... | 31 |
| 3.3. Sistema de alimentación | 32 |
| 3.3.1. Alimentación en base a forraje | 32 |
| 3.3.2. Alimentación en base a concentrados | 33 |
| 3.3.3. Alimentación mixta | 33 |
| 3.4. Eficiencia productiva del cuy..... | 34 |
| 3.4.1. Incremento de peso..... | 34 |
| 3.4.2. Peso Vivo..... | 35 |
| 3.4.3. Rendimiento de carcasa | 35 |
| 3.5. Anatomía ocular del cuy..... | 36 |
| 3.6. Fisiología del cuy | 37 |
| 3.7. La visión del cuy | 38 |
| 3.8. Fotoperiodo..... | 39 |
| 3.9. Sistema endocrino | 40 |
| 3.9.1. Eje hipotálamo-Hipófisis-Gónadas | 40 |
| 3.9.2. Hormona libradora de gonadotropina (GnRH)..... | 40 |
| 3.9.3. Hormona foliculoestimulante (FSH)..... | 40 |
| 3.9.4. Hormona luteinizante (LH)..... | 40 |
| 3.9.5. Glándula Pineal | 41 |
| 3.9.6. Melatonina | 41 |
| 3.10. La luz..... | 41 |
| 3.10.1. Generalidades..... | 42 |
| 3.10.2. Luz natural (solar) | 42 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 3.10.3. Luz incandescente | 43 |
| 3.10.4. Luz fluorescente compacta (CFL) | 43 |
| 3.10.5. Luz fluorescente lineal (LFL)..... | 43 |
| 3.10.6. Sodio de alta precisión (HPS)..... | 44 |
| 3.10.7. Diodo emisor de luz (LED)..... | 44 |
| 3.11. Radiometría y fotometría | 44 |
| 3.11.1. Energía luminosa (Qv)..... | 45 |
| 3.11.2. Flujo luminoso (ϕv) | 45 |
| 3.11.3. Iluminancia ($E v$) | 45 |
| 3.11.4. Energía radiante (Qe)..... | 46 |
| 3.11.5. Flujo o potencia radiante (ϕe)..... | 46 |
| 3.11.6. Irradiancia (Ee) | 47 |
| 3.11.7. Iluminación del galpón | 47 |
| 3.11.8. Sensibilidad espectral | 48 |
| 3.11.9. Lumen..... | 48 |
| 3.12. Luxómetro | 48 |
| 3.12.1. Normas de funcionamiento y calibración del luxómetro | 48 |
| 3.12.2. Medición de luz en la granja | 49 |
| 3.12.3. Consideraciones básicas para un programa de luz | 49 |
| 3.12.4. Eficacia y eficiencia luminosa..... | 50 |
| 3.13. Efecto del color de luz o longitud de onda en el cuy..... | 51 |
| CAPÍTULO IV | 53 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 53 |
| 4.1. Materiales | 53 |
| 4.1.1. Materiales de campo..... | 53 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.2. Equipos electrónicos..... | 53 |
| 4.1.3. Equipos de limpieza y desinfección..... | 53 |
| 4.1.4. Instalaciones..... | 54 |
| 4.1.5. Insumo alimenticio | 55 |
| 4.1.6. Semovientes | 55 |
| 4.2. Generalidades de la investigación | 55 |
| 4.2.1. Ubicación..... | 55 |
| 4.2.2. Características Agro climáticas | 57 |
| 4.2.3. Diseño experimental..... | 58 |
| 4.2.4. Establecimiento del tipo de Luz | 60 |
| 4.2.5. Establecimiento de programa lumínico..... | 60 |
| 4.2.6. Distribución de unidades experimentales..... | 61 |
| 4.2.7. Toma de medidas del área de investigación y desinfección del galpón..... | 62 |
| 4.2.8. Establecimiento de medidas de jaulas..... | 63 |
| 4.2.9. Adquisición de materiales para la elaboración de jaulas | 64 |
| 4.2.10. Adquisición de materiales para la instalación del programa lumínico..... | 65 |
| 4.2.11. Medición de intensidad lumínica en jaulas..... | 66 |
| 4.2.12. Establecimiento del periodo de duración de la parte práctica de la investigación..... | 68 |
| 4.2.13. Compra y transporte de animales..... | 68 |
| 4.2.14. Identificación y distribución de los animales en cada tratamiento | 69 |
| 4.2.15. Periodo de adaptación..... | 69 |
| 4.2.16. Pesajes | 69 |
| 4.2.17. Suministro de alimento | 70 |
| 4.3. Métodos..... | 71 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.1. Variables y evaluaciones..... | 71 |
| 4.3.1.1. Variable independiente..... | 71 |
| 4.3.1.2. Variable dependiente..... | 72 |
| CAPÍTULO V..... | 74 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 74 |
| 5.1. Evaluación del efecto de la luz sobre el consumo de alimento de cuyes..... | 74 |
| 5.1.1. Consumo de alimento..... | 74 |
| 5.2. Determinación de influencia de la luminosidad en la conversión alimenticia y la ganancia de peso..... | 76 |
| 5.2.1. Ganancia de peso..... | 76 |
| 5.2.2. Ganancia de peso diario..... | 78 |
| 5.2.3. Conversión Alimenticia..... | 81 |
| 5.3. Socialización de resultados..... | 83 |
| 5.3.1. Organización del evento de socialización..... | 83 |
| 5.3.2. Ejecución del evento por parte del expositor..... | 84 |
| 5.3.3. Medición del impacto de investigación..... | 86 |
| CAPÍTULO VI..... | 88 |
| CONCLUSIONES..... | 88 |
| CAPÍTULO VII..... | 89 |
| RECOMENDACIONES..... | 89 |
| CAPÍTULO VIII..... | 90 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 90 |
| ANEXOS..... | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Descripción Zoológica..... | 25 |
| Tabla 2. Valor nutritivo de la carne del cuy comparada | 29 |
| Tabla 3. Comparativa entre magnitudes radiométricas y fotométricas | 46 |
| Tabla 4. Equivalencias de los grados Lux | 49 |
| Tabla 5. Descripción de la ubicación geográfica de la investigación | 56 |
| Tabla 6. Características agro climáticas promedio del cantón Cayambe | 58 |
| Tabla 7. Esquema del ADEVA..... | 58 |
| Tabla 8. Número y descripción de tratamientos empleados en la investigación..... | 60 |
| Tabla 9. Número de cuyes/área según la edad | 61 |
| Tabla 10. Materiales empleados en la elaboración de jaulas ¡Error! Marcador no definido. | |
| Tabla 11. Programación lumínica de los tratamientos..... ¡Error! Marcador no definido. | |
| Tabla 12. Intensidad lumínica de los tratamientos T1, T2 y T3 | 63 |
| Tabla 13. Análisis de varianza para la variable alimento consumido en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8) | 74 |
| Tabla 14. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8) | 77 |
| Tabla 15. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso diario en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8) | 79 |
| Tabla 16. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8) | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Horizonte geográfico de la investigación..... | 57 |
| Figura 2. Distribucion de los tratamientos de las unidades experimentales | 61 |
| Figura 3. Delimitación del área de la investigación | 62 |
| Figura 4. Medidas de las jaulas usadas para la investigación..... | 64 |
| Figura 5. Prueba de Tukey al 5 % para la variable consumo de alimento (g) en cuyes en etapa de engorde semana (4 a 8)..... | 76 |
| Figura 6. Prueba de Tukey al 5 % para la variable ganancia de peso total (g) en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8)..... | 78 |
| Figura 7. Prueba de Tukey al 5 % para la variable ganancia de peso diario (g) en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8)..... | 80 |
| Figura 8. Prueba de Tukey al 5 % para la variable conversión alimenticia en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8)..... | 82 |
| Figura 9. ¿Considera usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?..... | 83 |
| Figura 10. ¿Considera usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?..... | 84 |
| Figura 11. ¿Considera usted que el expositor mostró dominio del tema?..... | 84 |
| Figura 12. ¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?..... | 85 |
| Figura 13. ¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?..... | 85 |
| Figura 14. ¿Considera usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?..... | 86 |
| Figura 15. ¿Considera usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores? | 86 |
| Figura 16. ¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?..... | 87 |
| Figura 17. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron? | 87 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 1. Rótulo de la unidad experimental correspondiente al Tratamiento T1..... | 97 |
| Anexo 2. Rótulo de la unidad experimental correspondiente al Tratamiento T2..... | 97 |
| Anexo 3. Rótulo de la unidad experimental correspondiente al Tratamiento T3..... | 98 |
| Anexo 4. Formato guía para encuesta de socialización on line de resultados obtenidos..... | 98 |
| Anexo 5. Pesos obtenidos de los tratamientos T1, T2 y T3 (testigo) al iniciar y finalizar la fase experimental..... | 99 |
| Anexo 6. Base de datos sobre los parámetros productivos obtenidos al terminar la fase experimental..... | 100 |
| Anexo 7. Elaboración de jaulas | 101 |
| Anexo 8. Disolución de Fulltrex en una bomba manual para desinfección del galpón y jaulas..... | 101 |
| Anexo 9. Desinfección de paredes, pisos, puertas, ventanas y jaulas del galpón | 102 |
| Anexo 10. Compra de materiales para la adecuación del programa lumínico..... | 102 |
| Anexo 11. Instalación y adecuación del programa lumínico en cada Tratamiento Experimental | 103 |
| Anexo 12. Compra de Luxómetro digital y medición de la intensidad lumínica de los Tratamientos..... | 103 |
| Anexo 13. Dimmer regulador de la intensidad de energía que emite cada foco, programador de eventos y breaker para riel din | 104 |
| Anexo 14. Unidades experimentales adecuadas en base al tratamiento lumínico correspondiente | 104 |
| Anexo 15. Rotulado de jaulas en base a cada tratamiento experimental correspondiente. | 105 |
| Anexo 16. Compra, limpieza y desinfección de gavetas a ser empleadas en el transporte de los animales..... | 105 |
| Anexo 17. Selección de cuyes en base a línea genética, sexo y edad. | 106 |
| Anexo 18.. Pesaje de cuyes <i>Cavia porcellus</i> con la finalidad de obtener datos uniformes | 106 |
| Anexo 19. Distribución aleatoria de los animales en las jaulas..... | 107 |
| Anexo 20. Aplicación de talco Opigal 5 contra parásitos externos en los animales | 107 |
| Anexo 21. Asignación de código numérico grabado en un arete metálico a cada cuy..... | 108 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 22. Cuy areteado..... | 108 |
| Anexo 23. Medición de Grados Lux en jaulas con luz convencional..... | 109 |
| Anexo 24. Medición de Grados Lux En jaulas con tratamientos de luz artificial..... | 109 |
| Anexo 25. Fotografía del galpón tomada en la noche, se puede apreciar las diferentes jaulas con tratamiento lumínico..... | 110 |
| Anexo 26. Alfalfa empleada en la alimentación de los cuyes | 110 |
| Anexo 27. Pesaje de alfalfa previo a cada suministro de alimento diario por jaula..... | 111 |
| Anexo 28. Suministro de alimento..... | 111 |
| Anexo 29. Pesaje diario del sobrante de alimento de cada unidad experimental..... | 112 |
| Anexo 30. Pesaje semanal realizado a cada cuy | 112 |
| Anexo 31. Órgano reproductor masculino del cuy | 113 |
| Anexo 32. Limpieza y desinfección diaria de bandejas..... | 113 |
| Anexo 33. Socialización de resultados | 114 |

RESUMEN

Uno de los más grandes retos dentro de la Cobayocultura es cubrir las exigencias del mercado en lo referente a que las canales deben estar en óptimas condiciones tanto en peso como en presentación; esto principalmente se debe al temperamento nervioso del cuy frente a situaciones de estrés; por lo cual, se propuso evaluar una nueva alternativa de manejo eficiente e innovadora que genere cambios positivos en la producción del cuy. El desarrollo práctico de la investigación se llevó a cabo en el Cantón Cayambe provincia de Pichincha, su principal objetivo fue determinar la incidencia de las horas luz y horas sombra en la conversión alimenticia de cuyes (*Cavia porcellus*), mediante la adecuación de ambientes específicos en la etapa de engorde. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno, se usaron 45 cuyes macho desde la semana 4-8 de vida (etapa de engorde), los cuales fueron distribuidos en 9 unidades experimentales, mismas que fueron conformadas por 5 animales cada una. Los tratamientos difirieron entre sí por el número de horas bajo la incidencia de luz. Las variables que se evaluaron fueron: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los resultados obtenidos demostraron que el mejor tratamiento fue el T1, por lo que en base a este criterio se evidenció que prolongar la duración de horas luz en el galpón, sí estimula Sistema Nervioso Central (S.N.C.) del cuy, haciendo que el animal consuma más alimento y alcance su peso optimo al sacrificio en menos tiempo, reflejando de esta forma obtener una incidencia positiva en la conversión alimenticia del mismo y confirmando a la vez, que la presente investigación provee una alternativa viable y eficaz para mejorar el manejo del cobayo y reducir costos de producción, tanto para pequeños como grandes productores.

Palabras clave: *Cavia porcellus*, conversión alimenticia, horas luz, luxómetro, sistema nervioso central

ABSTRACT

One of the greatest challenges within Guinea Pig farming is to meet the market demands in that the carcasses must be in optimal conditions both in weight and presentation; This is mainly due to the guinea pig's nervous temperament when faced with stressful situations; Therefore, it was proposed to evaluate a new efficient and innovative management alternative that generates positive changes in guinea pig production. The practical development of the research was carried out in the Cayambe Canton of Pichincha province, its main objective was to determine the incidence of daylight and shadow hours in the feed conversion of guinea pigs (*Cavia porcellus*) by adapting specific environments in the fattening stage. A completely randomized design (DCA) was used, with three treatments and three repetitions each, 45 male guinea pigs were used from week 4-8 of life (fattening stage), which were distributed in 9 experimental units, same as They were made up of 5 animals each. The treatments differed from each other by the number of hours under the incidence of light. The variables that were evaluated were: feed consumption, weight gain and feed conversion. The results obtained showed that the best treatment was T1, so based on this criterion it was shown that prolonging the duration of light hours in the house does stimulate the Central Nervous System (CNS) of the guinea pig, causing the animal to consume more feed and reach its optimal slaughter weight in less time, thus reflecting obtaining a positive impact on its feed conversion and confirming at the same time that the present research provides a viable and effective alternative to improve guinea pig management and reduce production costs, both for small and large producers.

Keywords: *Cavia porcellus*, feed conversion, light hours, lux meter, central nervous system

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Cuy, renombrado científicamente también como *Cavia porcellus*, es consabido a nivel mundial principalmente como una mascota, no obstante; según Zaldívar (1997), en países como Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, es reconocido como producto para el consumo humano, cuyo beneficio alimenticio es muy alto debido a su gran valor nutricional, particularmente en el Ecuador, el cuy es importante dentro del área gastronómica de la región Sierra.

Domínguez (2018), también afirma que de la producción total de cuy en el Ecuador, se estima que un 70% está a cargo de pequeños y medianos criadores, por otro lado; según Santos (2007), menciona que la carne proveniente del cuy es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada en vista de que es magra, lo cual indica que tiene un porcentaje de grasa menor al 10%, con una elevada cantidad de proteína del 20,3% y con un reducido contenido de colesterol y sodio de 65mg/100g dando lugar a poder visualizar nuevos criterios de desarrollo competitivo de esta especie en los mercados tanto regionales como en el nacional.

Uno de los más grandes retos dentro de la Cobayocultura es poder satisfacer las exigencias del mercado en lo referente a que las canales deben estar en óptimas condiciones tanto en peso como en presentación, la principal causa para no lograr este objetivo se debe al temperamento nervioso del cuy frente a la presencia de factores tales como; personas ajenas a la propiedad, ruido, depredadores, inadecuado manejo, que como consecuencia generan un estrés en el animal, el cual influye negativamente en su sistema inmunológico, mismo que es la primera línea de defensa entre el cuerpo y el ambiente exterior, logrando así; poner en duda la eficiencia productiva del cuy.

En base a la alimentación, los cuyes pueden alcanzar incrementos diarios de peso de 12,32g/animal/día, así lo afirma Zaldívar (1997), sin embargo; Robalino (2012),

menciona que este incremento de peso y la conversión alimenticia (C.A.) se pueden ver afectados radicalmente por el estrés al que son expuestos estos animales.

Por mencionadas razones; se presenta de manera principal que la problemática que ocasiona la baja conversión alimenticia (C.A.), en este caso el estrés, está directamente relacionada con la disminución de peso del cuy a la canal, afectando esto tanto a pequeños como grandes productores en los cuales recae el aumento de los costos de producción y la baja rentabilidad total por kg de cuy, es por ello que se buscó mejorar la aplicación de buenas prácticas de producción animal, con nuevas alternativas eficientes que generen cambios positivos en la Cobayocultura, por lo que; si bien es cierto, que en condiciones naturales, es decir; silvestres, el cuy necesita oscuridad y tranquilidad, hoy en día, dado al manejo zootécnico al que ha sido sometido, ya está acostumbrado a la presencia de personas, al suministro de alimento y agua en diferentes horas del día, así como también a las horas luz, por lo que su forma de vida ha cambiado, Robalino (2012), afirma que la conversión alimenticia es determinada gracias a la luminosidad a la que son expuestos los cuyes machos (*Cavia porcellus*), en su etapa de engorde, dato que coincide con la investigación realizada por Gualavisi (2012), quien también asegura que el nivel de luz en el galpón incide en la conversión alimenticia del cuy, en vista de que una buena iluminación estimula a los cuyes a consumir más alimento.

Rondón (2013), menciona que la luz artificial interactúa con los elementos nerviosos de la retina del ojo del cuy, logrando así, estimular el deseo del animal por consumir alimento, obteniendo así, un animal de mayor peso en menor tiempo.

Desde hace varios años atrás y hasta la actualidad, muchas familias han ido desarrollando y mejorando criaderos de cuy en sus hogares con el objetivo de constituir al mismo como actividad económica, así lo afirma Lamocuri (2013), por lo que continuamente buscan nuevos mercados, con el fin de expandir su producto, logrando de esta manera; obtener utilidades que, en comparación con otras actividades pecuarias, sean más elevadas.

Es por ello que la presente investigación propuso evaluar el efecto de las horas luz en el cuy, con la finalidad de estimular su fisiología a través de su Sistema Nervioso Central (SNC), mediante el hipotálamo y la pituitaria, por lo que en su estado del arte da a conocer temas tales como; fisiología del cuy, sistema endocrino, fotoperiodo, así como también temas como la luz, sensibilidad espectral, iluminación en el galpón, las diferentes variedades de luz y luxómetro. Por otro lado, en el capítulo de materiales y métodos se describe la metodología empleada para incrementar el rendimiento a la canal del cuy mediante la influencia de la luz. Para culminar, en el capítulo V se mencionan los principales resultados y finalmente las conclusiones de la presente investigación.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la incidencia de las horas luz y horas sombra en la conversión alimenticia de cuyes (*Cavia porcellus*), mediante la adecuación de ambientes específicos, para la contribución en la producción de esta especie animal en su etapa de engorde.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto que tiene la luz sobre el consumo de alimento de los cuyes, tanto de ensayo como testigos en etapa de engorde.
- Determinar la influencia que tiene la luminosidad en el aprovechamiento de los alimentos consumidos por el cuy, expresados en conversión alimenticia.

2.3. Hipótesis

H1= Las horas luz tienen una incidencia significativa en la conversión alimenticia de los cuyes.

H0= Las horas luz no tienen incidencia en la conversión alimenticia de los cuyes.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy o también consabido como cobayo, es un herbívoro el cual posee la habilidad de ambientarse a diversos ecosistemas, Meza *et al.* (2014), recomienda que en lo que concierne a su alimentación; se pueden emplear gran variedad de insumos que sin que genere en si una competencia con los alimentos consumidos por el hombre u otros animales monogástricos, esto se debe principalmente a que se les puede alimentar con concentrado y forraje verde fresco como por ejemplo la morera, caraca, cucarda, saboya, king grass y la alfalfa, todas ellas fáciles de adquirir.

3.1.1. Generalidades del Cuy

Ortega (2018), menciona que en lo referente a la conformación de su cuerpo, tiene una forma larga, completamente recubierto de pelo desde el primer instante de su nacimiento, por lo general los machos suelen desarrollarse mucho más que las hembras, por lo que es necesario identificar muy bien sus genitales debido a que no se los puede distinguir por sexo a simple vista.

Para poder distinguirlos Bautista (2018), enfatiza que es importante tener en cuenta que; la hembra presenta una Y en los genitales sin punto intermedio, mientras que el macho presenta una Y, pero con un abultamiento o botón intermedio. En lo concerniente a la edad, estos pueden vivir hasta por un periodo de 8 años, sin embargo; en vista de que es un animal de producción, este periodo no pasa de los 4 años para que sean descartados.

Según Yupanqui (2019), en lo referente a ser un monogástrico, el cuy puede diariamente consumir de 5-6% de materia seca sobre el peso corporal cuando se les proporciona una mezcla de forraje fresco más concentrado, sin embargo; en su principal alimentación lo que se emplea generalmente es únicamente forraje fresco ya que son fundamentales por su aporte

de Vitamina C, mientras que puede consumir de 8-10% de materia seca por unidad de peso, con la finalidad de satisfacer a sus requerimientos nutricionales.

El cuy se alimenta de manera constante 24h/7 días, a esto se debe su rápido desarrollo hasta llegar a su etapa de adultez. Bautista (2018), manifiesta que las reproductoras pueden alcanzar camadas de 2-4 cuyes, mientras que al hablar de su producción, estos animales pueden ser criados con variados fines como pueden ser; carne, animales para experimentos o mascotas.

3.1.2. Clasificación zoológica

Es importante detallar la descripción zoológica del cuy, dicha información se encuentra descrita en la Tabla 1.

Tabla 1.

Descripción Zoológica

| Clasificación | Descripción |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Orden: | <i>Rodentia</i> |
| Suborden: | <i>Hystricomorpha</i> |
| Familia: | <i>Caviidae</i> |
| Género: | <i>Cavia</i> |
| Especie: | <i>Cavia aperea aperea</i> Erxleben <i>Cavia aperea</i> Lichtenstein <i>Cavia cutleri</i> King <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus <i>Cavia cobaya</i> |

Nota: Esta tabla muestra la descripción zoológica del cuy (*Cavia porcellus*).

Adaptado de Zaldívar (1997).

Elaborado por: La autora.

3.1.3. Comportamiento.

Según Bautista (2018), durante la etapa de recría, entre la semana 8-10 los machos suelen agruparse constantemente y generar peleas hasta organizarse socialmente, debiéndose esto a

que en esta etapa inicia su pubertad, lo cual genera el aumento en la producción de testosterona, teniendo como resultado de estas peleas; lesiones en la piel, crecimiento lento y bajos índices de conversión.

Por otro lado, en el caso de las hembras, por lo general suelen ser más dóciles de manejar, permitiendo así, que se las pueda agrupar en mayor número. No obstante; Bautista (2018), señala que los cuyes se caracterizan por ser bastante dóciles, es por ello que en varios países se los considera como animal de compañía.

3.1.4. Manejo del cuy

Uno de las finalidades de la Cobayocultura es basarse en disminuir la mortalidad de sus animales, para ello es importante llevar a cabo un riguroso y exhaustivo manejo, mismo que Meza *et al.* (2014), considera que debe constar de una adecuada higiene de la explotación, así como también un adecuado manejo de todas las etapas productivas del cuy, generalmente en esta etapa, es común cometer errores descuidando índices externos, los cuales son puntos clave para una explotación pecuaria; dentro de estos puntos se pueden mencionar al tipo de alimentación que se les brinda a los animales y el manejo. El descuidar estos puntos da como resultado, índices productivos bajos, por lo que los objetivos de producción planteados desde un inicio no son alcanzados en el tiempo establecido.

Según Flores *et al.* (2018), el resultado de los puntos mencionados en el párrafo anterior, están directamente relacionados con factores genéticos así como también ambientales, por lo que suelen principalmente influenciar negativamente sobre la conversión alimenticia, incremento de peso, crecimiento, calidad de carcasa y valor nutritivo del cuy.

Una buena parte de los cobayocultores, en lo que concierne a la alimentación de sus animales, han optado por emplear forraje verde, combinándolos a la vez con la finalidad de reducir costos con restos de cosechas que ellos realizan, de esta manera la inversión de producción es mucho más baja a comparación a si se mezclara con concentrados, no obstante; Flores *et al.* (2018), enfatiza sobre la desventaja de realizar este tipo de mezcla, ya que recae

directamente en el tiempo previsto para el saque de los animales, puesto que sin mezcla con concentrado, es mucho más complicado conseguir niveles satisfactorios productivos, en base a este contexto se puede mencionar que el forraje verde y alimento concentrado o también llamado balanceado, en una alimentación mixta son la mejor opción para optimizar la productividad de crianza del cuy.

3.1.5. Etapa de cría y engorde

- **Cría:** Ramos (2017), manifiesta que se encuentra conformada por los cuyes desde su etapa de destete, hasta la cuarta semana de vida, los gazapos deben recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína 17% se logran incrementos diarios de peso entre 9,32 y 10,45 g por animal al día.

El beneficio en destetar a esta edad según Ramos (2017), está basado en reducir la mortalidad y aumentar el rendimiento en cuanto a su desarrollo corporal y la ganancia de peso convirtiéndose esto en ganancia para el productor.

- **Engorde:** Esta etapa inicia desde la cuarta semana de edad hasta la edad de comercialización que está entre la novena o décima semana de edad. Ramos (2017), recomienda ubicar lotes de uniformes en base a la edad tamaño y sexo responden bien a dietas con alta energía y baja proteína muchos productores utilizan como suplemento al forraje de afrecho de trigo no debe prolongarse esta etapa para evitar peleas entre machos las heridas que se hacen malogran la carcasa estos cuyes que salen al mercado son los llamados parrilleros no debe prolongarse la recría para que no se presente engrosamiento de la carcasa.

3.1.6. El estrés en el cuy

El estrés puede ser definido como una situación en la cual el equilibrio dinámico de un organismo, también llamado estado homeostático, es modificado como consecuencia de la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco al animal, denominado agente estresante. En este contexto, Osorio (2004), considera que el cuy tiene una forma de respuesta a un estímulo estresante, a través de algunas reacciones de comportamiento o a su vez, fisiológicas, con la

finalidad de poder adaptarse a la situación. Si incluso después de ejecutar estas respuestas, no se ha podido lograr el objetivo, el estado del animal se puede sucumbir. La capacidad de adaptación y la complejidad de las respuestas fisiológicas están reguladas por la adrenocorticotropina (ACTH), los corticosteroides (CS), y las catecolaminas (CA), cuya cantidad en cada caso depende del tipo de estrés experimentado.

Actualmente en ganaderías se realiza intensas selecciones genéticas a los cuyes con la finalidad de poder un animal que tenga un crecimiento rápido, Osorio (2004), considera que justamente este tipo de actividades ha generado que sean más propensos al estrés, causando en ellos; inmunodepresión, retraso en el desarrollo y una conversión alimenticia ineficiente en el cuy.

3.1.7. Momento óptimo del sacrificio

En base al tipo de alimentación que haya sido suministrada al cuy durante sus diferentes etapas de desarrollo, dependerá el momento adecuado para su sacrificio, así lo manifiesta Flores *et al.* (2018), ya que en el caso de cuyes que hayan sido alimentados con alfalfa este tiempo llega en la semana 9, mientras que en cuyes que han tenido una alimentación mixta, es decir concentrado más alfalfa, este momento llega cuando alcanzan la semana 10 de vida, así mismo en el caso de que únicamente hayan sido alimentados con concentrado, este momento llega en la semana 13 de vida.

3.1.8. La carne del cuy

Como productor de carne, el cuy es empleado principalmente como fuente alimenticia en tradiciones familiares, medicina y fiestas populares, debiéndose esto a su precocidad y prolificidad. Flores *et al.* (2018), considera que la carne proveniente de cuy posee un alto valor nutricional y a su vez aporta muchos beneficios a la salud alimentaria en especial a poblaciones de bajos recursos.

Así también; por lo mencionado en el párrafo anterior, Bautista (2018), argumenta que la carne de cuy es una excelente alternativa para la lucha contra la desnutrición, en vista de que además de ser nutritiva (Tabla 2), también tiene buen sabor y se puede digerir fácilmente.

Tabla 2.

Valor nutritivo de la carne del cuy comparada

| | % Proteína | % Grasa | % Humedad | % Minerales |
|------------|-------------------|----------------|------------------|--------------------|
| Cuy | 20,3 | 7,8 | 70,6 | 0,8 |
| Porcino | 14,5 | 37,5 | 46,8 | 0,7 |
| Vacuno | 17,4 | 22,0 | 58,0 | 1,0 |
| Aviar | 18,3 | 10,3 | 70,2 | 1,0 |
| Ovino | 16,4 | 31,1 | 50,6 | 1,0 |

Nota: Esta tabla muestra diferencia existente entre el valor nutritivo de la carne de cuy en comparación a la carne porcina, vacuna, aviar y ovina.

Adaptado de: Bautista (2018).

Elaborado por: La autora.

3.2. Requerimientos nutricionales

3.2.1. Agua

El requerimiento de agua que un cuy necesita está directamente relacionado con su tamaño, humedad y temperatura del ambiente, así como también del estado fisiológico del animal. Pozo (2014), manifiesta que en el caso de que los animales sean alimentados diariamente solo con forraje verde en grandes proporciones, es decir; una cantidad mayor a 200 g, únicamente en estos casos no se necesitaría el adicionar agua, sin embargo en los casos en los que la cantidad suministrada rodee los 30 g al día por cada animal, si es necesario adicionar 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo. Por otro lado, en el caso de dietas mixtas, Sánchez *et al.* (2013), menciona que el animal debe consumir el 10% de su peso vivo.

3.2.2. Proteína

Una de las más importantes cualidades de un cuy, es su conformación de tejido corporal, para lo cual es muy importante el suministro adecuado de proteína, cuando los cuyes son jóvenes es cuando más necesitan de ella, Pozo (2014), afirma que el no suministrarle porcentajes adecuados de ella, generaría consecuencias negativas tales como; menos digestibilidad de alimentos y por ende un crecimiento retardado, por lo que el animal demoraría mucho más para el momento del saque. En ocasiones la calidad del forraje no es alta, por lo que el cuy en estos casos suele practicar la cecotrofia, con la finalidad de compensar el aporte de proteína, en vista de que el cecógrafo es considerado un concentrado microbiano cecal de alta calidad proteica llegando a contener hasta 28,5% de PC.

3.2.3. Fibra

El cuy posee una fisiología digestiva muy desarrollada, por lo que puede sacar el mayor provecho de alimentos altos en contenido de fibra, Pozo (2014), considera que el porcentaje de fibra de los alimentos balanceados para cuyes suelen tener porcentajes de fibra que varían entre 15-18%.

3.2.4. Energía

Las proteínas, lípidos y carbohidratos le proporcionan al cuy la energía que el necesita para su desarrollo diario, a los que más fácil acceso tiene son los carbohidratos no fibrosos y los fibrosos, mismo que se encuentra en alimentos de origen vegetal. Pozo (2014), recomienda un nivel de energía digestible (ED) de 3.000 kcal por kilogramo (kg) de materia seca (MS), en cuyes.

3.2.5. Grasa

La escasez o ausencia de grasa da como resultado un crecimiento retardado en el cuy, así como también problemas como dermatitis, alopecia y úlceras en la piel, estos problemas, bien podrían solucionarse agregando 4 g/kg de grasa la cual posea ácido linoleico o ácidos

grasos insaturados, Pozo (2014), señala que un porcentaje de 3% es más que suficiente para poder alcanzar el crecimiento que se desea.

3.2.6. Minerales

Pozo (2014), afirma que entre los minerales más indispensables para el organismo del cuy se encuentra el calcio, “el requerimiento es de 0,8%, mientras que “en una relación Ca:P de 2:1 es decir, 0,5% de fósforo”, con la finalidad de poder generar una mejor respuesta en cuanto al incremento de peso y por ende a la conversión alimenticia.

En el caso de que existiese un aporte excesivo de Ca y P se daría un aumento en lo que concierne a los requerimientos de Mg y K, dando como resultado un crecimiento y desarrollo lento en el animal, mala coordinación e incluso anemia en el caso de Mg y muerte temprana para el caso del K cuando la dieta proporciona menos de 1 g/kg de alimento, en el caso del hierro cuando es suministrado en altas cantidades en una dieta 200–300 mg/kg, suele acumularse en los tejidos en este sentido; Pozo (2014), menciona que la cantidad diaria recomendada a suministrarse “de Cu y Mn es de 6 mg/kg y 40 mg/kg respectivamente”.

3.2.7. Vitaminas

El suministro adicional de Vitamina C es indispensable, Pozo (2014), enfatiza en que esto se debe a que el cuy no puede sintetizarla como resultado de la ausencia de una enzima, es por ello que debe adquirirla en su dieta diaria ya que en su organismos, las reservas de esta vitamina se agotan rápidamente en comparación a otras Vitaminas.

En lo concerniente a la vitamina A, Pozo (2014), expresa que el cuy tiene una baja capacidad para poder almacenarla, es por ello que se suele compensar la cantidad requerida nutricionalmente, mediante la libre asimilación de carotenos, como parte constituyente de su dieta forrajera. Por otro lado, la vitamina D, equilibra a nivel intestinal el metabolismo de Ca y P, logrando así, regular a minerales, su requerimiento es de 1.000 IU/kg⁻¹ (unidades internacionales por kilogramo) de ración, así mismo; los requerimientos de vitamina B12 son

compensados gracias a la síntesis bacteriana del tracto gastrointestinal, pero dependerá mucho de que mencionada dieta sea suministrada en cantidades adecuadas de cobalto.

3.3. Sistema de alimentación

En las diferentes especies animales que se cría con finalidad productiva, la alimentación comprende uno de los puntos clave para su adecuado desarrollo y efectividad productiva. Yupanqui (2019), manifiesta que independientemente del tipo de alimenta y la cantidad suministrada, el costo por la alimentación representa el 50 - 70% del costo total de inversión.

En el caso del cuy el cual se caracteriza por su precocidad y eficiente digestibilidad, el suministro de cantidades adecuadas de alimento de calidad es sumamente importante, Yupanqui (2019), afirma que el cuy consume 5,5 - 6,0% de MS por unidad de peso, la cual es compensada por su acelerado desarrollo en comparación a 0,3% de incremento de peso diario por unidad de peso corporal en vacunos y ovinos, los cuyes incrementan cada día un peso equivalente de 1,2 a 1,5% con relación a su peso.

Flores *et al.* (2018), considera que cada sistema de alimentación está compuesto por diferentes fuentes nutricionales, su objetivo radica en abastecer al animal de las dosis nutritivas correctas para suplir sus requerimientos necesarios permitiendo lograr un máximo rendimiento y conveniente equilibrio de su productividad en función de la economía del encargado de su producción, sacando provecho de los recursos locales y regionales. En la Cobayocultura, se suelen emplear diversos sistemas de alimentación tales como; concentrado, forraje verde e incluso la fusión de estos dos.

3.3.1. Alimentación en base a forraje

Como se mencionó anteriormente, el cuy al ser un monogástrico, requiere del forraje como parte indispensable de su alimentación, no obstante; Yupanqui (2019), expresa que por su precocidad de desarrollo y prolificidad, el forraje no satisface en su totalidad sus altas necesidades nutricionales, por lo que generalmente se debe acudir a otras fuentes de alimento.

Gracias al alto valor nutricional de la alfalfa, forma parte de las principales fuentes alimenticias del cuy, también se puede mencionar a la “chala de maíz y avena forrajera, rastros de haba y arveja” como buenas fuentes alimenticias. Yupanqui (2019), asegura que durante el día y la noche, el cuy logra incrementar sus niveles de consumo de forraje hasta en un 40% compensando así, sus requerimientos.

3.3.2. Alimentación en base a concentrados

Previo al suministro de alimento concentrado a los cuyes, es importante tener en cuenta una formulación en base al preciso y adecuado funcionamiento del estado fisiológico del animal. De acuerdo con Yupanqui (2019), el emplear únicamente alimento concentrado en la ración del cuy, da lugar a un incremento de 40 - 60 g de peso/animal/día. Con la finalidad de evitar una cantidad mayor de desperdicio, el alimento debe ser peletizado, en este caso el animal consume 1,45 Kg de MS, no obstante, en el caso de que el concentrado se suministre en polvo, aumenta a 1,6 kg. Esta disminución en gasto de alimento da lugar a un incremento en lo referente a la eficiencia de conversión alimenticia.

Yupanqui (2019), menciona que existen estudios de alimentaciones en porcentajes crecientes de concentrado como sustituto al forraje fresco, dando como resultado un mejor incremento de peso en los cuyes, por lo que en época de escasas de forraje verde se podría emplear este tipo de alimentación, siempre y cuando dicho concentrado incluya vitamina C. En este contexto León *et al.* (2016), recomienda la adición de 45 mg de Vitamina C por cada / 100 g de alimento balanceado.

3.3.3. Alimentación mixta

El poder disponer de alimento en cantidades abundantes, es de gran importancia para el correcto mantenimiento de los animales, sin embargo; en algunas épocas del año como junio y octubre el alimento es escaso, por lo que el uso de concentrados, granos o subproductos industriales, permiten compensar la faltante a dichas raciones complementando al forraje verde. De conformidad con Yupanqui (2019), al añadir una cantidad menor de forraje sobre

una base de concentrado sólido, se logra que los cuyes tengan un incremento de peso más alto, con 80 y 120 g de alfalfa/día más el concentrado a libre discreción, de esta manera se pudo constatar que los cuyes tuvieron un incremento de peso de 9,6 g mientras que en aquellos cuyes a los que se suministró aparte del concentrado 160 y 200 g de alfalfa/día, alcanzaron ganancias de peso diaria entre 7,9 y 8,3 g, los cuales estadísticamente son menores al ($P>0,01$). También menciona que, como cantidad mínima de forraje fresco, se debe suministrar de 80-100 g de Vitamina C. Es por ello que en etapa de recria si es posible alimentar únicamente con dicho concentrado.

3.4. Eficiencia productiva del cuy

3.4.1. Incremento de peso

De acuerdo con Billie (2019), se puede definir como incremento de peso a la ganancia ya sea en g o Kg de masa corporal, siendo esto el resultado de circunstancias fisiológicas inherentes y externas al individuo.

Entre el nacimiento hasta la etapa de destete, es decir; Yupanqui (2019), afirma que durante la etapa de lactancia de las crías, incrementan el 80,3% de su peso al nacer, la mayor tasa de incremento de peso corresponde a camadas uníparas, así como también a las mellizas, en ellas se ve un incremento del 90%, por otro lado, en camadas más numerosas este porcentaje es menor, siendo de 79,4 a 71,2%.

Durante las primeras semanas de vida el incremento de peso que tienen las cría se debe principalmente al consumo de leche materna, en el caso de camadas que son muy numerosas, todas y cada una de ellas evita el consumir leche debido a el tener que compartir con las demás crías. Posterior a esto su desarrollo se acelera durante las siguientes semanas, Yupanqui (2019), menciona que “al cabo de 10 semanas de alimentación (12 semanas de edad), los cuyes logran aumentos diarios de 9 a 10 g”, con este incremento de peso acelerado, aumentan un equivalente a 1,2% en función a su peso corporal. Por lo que con incrementos

de 7-8 g/día tendrían un equivalente a 2,3 a 3,8%, lo que demuestra que el cuy es mucho más eficiente en comparación a otras especies productoras de carne.

La acumulación de agua, grasa y proteína da como resultado al incremento de peso, Billie (2019), enfatiza en que es en base al peso del animal que la masa proteica que lo constituye aumenta pese a los diferentes tipos de alimentación. En el caso de la grasa es diferente puesto que esta aumenta según el peso del animal, aumento de edad y generalmente es mayor en hembras que en machos.

3.4.2. Peso Vivo

Se denomina peso vivo al peso del animal que se refleja en la balanza al momento del pesaje, mismo que está conformado por el llenado y el peso vacío, siendo este último el real peso de los tejidos del animal, mismo que comprende proteína, agua, minerales y grasa. Por otro lado, Billie (2019), afirma que es importante destacar que el llenado no es más que alimento consumido y agua los cuales se encuentran en el tracto intestinal en diferentes etapas de digestión, el cual varía en función de las horas que el animal estuvo sin comida previo a la faena.

3.4.3. Rendimiento de carcasa

Empleando palabras de Billie (2019), se puede definir como rendimiento de carcasa al peso post beneficio caliente/peso vivo $\times 100$ ((PBC/PV) $\times 100$), nunca se lo debe de interpretar a la calidad ni de la eficiencia cárnica únicamente en base al rendimiento a la carcasa, en vista de que mencionada calidad y eficiencia cárnica también depende muchísimo del tipo de alimentación que se maneje, época del año temperatura ambiental, lapsos de ayuno, estado fisiológico, categoría y manejo en el frigorífico. Este parámetro debe vincularse con la categoría y con la edad ya que expresa cuanta carne hay en relación al peso vivo.

Zaldívar (1997), afirma que dentro del grupo que conforma la carcasa del cuy se encuentran patas, cabeza y riñones, así también menciona que la alimentación, la edad, el genotipo y la castración la carcasa son factores que influyen directamente en su rendimiento.

3.5. Anatomía ocular del cuy

Dentro de las partes que conforman al ojo del cuy se pueden mencionar:

- Ojo: Como afirma Huaraca (2019), el ojo presenta una forma redonda y vivaz, con colores que varían entre claro y oscuro. Tiene capacidades de protección, transmisión de información nerviosa, alimentación y mantenimiento de la forma.
- Córnea: El pecten o también conocido como peine ocular, de acuerdo con Huaraca (2019), es reconocido por ser un pliegue el cual está conformado por una variedad de vasos sanguíneos, mismo que al estar ubicados en la córnea, ayudan a que la visión sea nítida.
- Esclerótica: También conocido como blanco del ojo, Montero (2018), afirma que se encuentra ubicado en la zona posterior, se encuentra reforzada por “una capa de cartílago transformada en un anillo de huesecillos junto al perímetro de la córnea.
- Túnica vascular: Pedromo (2017), manifiesta que es la zona en la cual se dispone las coroides, el cuerpo ciliar y el iris.
- Retina: Se la conoce también con el nombre de túnica nerviosa, Huaraca (2019), argumenta que carece de la presencia de vasos sanguíneos. El epitelio pigmentado es la capa más externa que posee la retina, se encuentra ubicado entre la membrana elástica de las coroides y las partes nerviosas (bastones y conos) de la retina, podría decirse que es la raíz del nervio óptico y contiene a los bastones y a los conos encargados de receptor estímulos nerviosos, mencionados estímulos, son recibidos por la retina y a través del nervio óptico, llegan hasta el cerebro, en donde se traducirán como imágenes visuales.
- Humor vítreo: Según Montero (2018), se encuentra ubicado posteriormente al ojo, está compuesto por una textura gelatinosa.
- Cristalino: Se ubica en la zona anterior al humor vítreo, posee una forma de lente biconvexa (Huaraca, 2019).
- Cuerpo Ciliar: Ubicado a lo largo de la zona periférica del cristalino, Oviedo (2018), expresa que es el encargado de contener a los procesos filiales mediante los cuales,

la coroides se une con el cristalino y al músculo ciliar, mismo que va desde las coroides hasta la inserción del iris en la unión corneo escleral.

- Iris: Según Clavijo (2019), al igual que los músculos ciliares y el dilatador de la pupila, presenta una musculatura de textura estriada. Presenta pigmentación, misma que tiene como finalidad el poder generar una barrera que regule la luz que ingresa a través del ojo.
- Pupila: De acuerdo con Huaraca (2019), se encuentra ubicada en el centro del ojo, se presenta como un orificio, su tamaño suele variar, su importancia radica en el “mecanismo inervado por la porción parasimpático del nervio motor ocular común.
- Cámara anterior: Como expresa Huaraca (2019), el iris tiene como función, dividir a la pupila y al cristalino en dos partes, a la porción comprendida entre éste y la córnea es a la que se le conoce como cámara anterior.
- Cámara posterior: Como afirma Huaraca (2019), es el espacio existente entre el iris y el cristalino.
- Fóvea o mancha amarilla: Se encuentra ubicada en lo profundo de la retina; Montero (2018), manifiesta que es de gran importancia en vista de que en ella se acumulan las imágenes receptoras por el centro del campo visual.
- Punto ciego: Como lo hace notar Pedromo (2017), es la zona de unión entre el nervio óptico y la retina, lleva su nombre debido a que esta parte no presenta sensibilidad a la luz.
- Humor acuoso: Líquido que se encuentra acumulado entre las dos cámaras anteriores a las cuales comunica mediante el orificio pupilar; Huaraca, (2019), enfatiza en que tiene como función el poder drenar por medio de plexos vasculares toda la zona abarcada desde la cámara anterior hacia la circulación venosa.

3.6. Fisiología del cuy

El cuy es consabido por ser un fermentador post gástrico, su proceso de digestión inicia en la boca, en la cual se encuentran piezas dentarias diseñadas para cortar y triturar la materia vegetal, disminuyendo el tamaño de partícula a tal magnitud que al mezclarse con la saliva facilita la acción de las enzimas digestivas sobre el contenido celular del bolo, el cual

posteriormente pasará al estómago, el cual es glandular simple y al que le sigue un intestino delgado que alcanza 125 cm cuando es adulto. Según Zaldívar (1997), una vez llegado el alimento al estómago, es procesado por acción del ácido clorhídrico y las enzimas lipasa, amilasa y pepsina gástricas, después pasa al duodeno donde la digestión es continuada por las enzimas biliares, pancreáticas y entéricas, para ser absorbido a lo largo del intestino delgado; este proceso toma aproximadamente dos horas. Continuando el intestino delgado se localiza el ciego, órgano importante que junto al colon proximal puede contener hasta el 65% de la digesta y alberga microorganismos fermentadores.

3.7. La visión del cuy

El cuy presenta fotorreceptores retinales, los cuales Huaraca (2019), afirma que a su vez pueden ser visuales o no visuales (extra-retinales), y tienen la función de poder identificar fotoperiodos y tener una sincronía de su fisiología en relación al medio ambiente. Se encuentran ubicados específicamente en tres zonas; en los ojos, la glándula pineal y el tejido cerebral profundo. Los encargados de recibir la energía de la luz y transmitirla a través del cráneo y tejidos son los fotorreceptores extra-retinales.

El cuy tiene células fotosensibles, las cuales se ubican en la retina, dichas células reciben el nombre de capa de conos, según Huaraca (2019), esta capa de tejido neural puede transformar fotones de luz receptados en señales químicas y eléctricas, que posteriormente serán enviadas hacia el cerebro.

Como expresa Huaraca (2019), cada una de las células receptoras, contiene en su interior una proteína llamada opsina y un cromóforo. Cuando el cromóforo absorbe a algún fotón, esta molécula se isomeriza, mientras que opsina, da lugar al desarrollo de actividades enzimáticas y desencadena una cascada bioquímica ocasionando un cambio en la tasa de liberación de los transmisores en el fotorreceptor.

En el caso de los fotorreceptores pineales, ellos poseen a los pigmentos melanopsinas y pinopsinas, las cuales se encargan de recibir la señal de luz y transmitirla dando lugar a la

síntesis y liberación de melatonina. Huaraca (2019), manifiesta que la pinopsina es la encargada de medir el efecto inhibitorio de la luz en la síntesis de la melatonina. En caso de espectros bajos de luz, ambos son idóneos ya que presentan una “sensibilidad máxima para una específica longitud de onda.

Según Garzón (2013), cuando el animal mira a un espacio con poca luz, la agudeza visual es baja, porque no actúan los conos y no se distinguen los detalles. A esta visión nocturna se le llama escotópica y en ella intervienen esencialmente los bastones que captan con gran sensibilidad la mayor o menor cantidad de luz y el movimiento de los objetos

3.8. Fotoperiodo

El cuy al ser un mamífero, emplea sus ojos en función de fotorreceptores para medir que tan largo es el día mediante información fluye a lo largo del nervio óptico. Grande (2015), considera que las células ganglionares contienen un único fotopigmento denominado melanopsina, estas terminan en los núcleos supraquiasmáticos, dos estructuras localizadas en el hipotálamo justo sobre el quiasma óptico, mismas que constituyen el tracto retino – hipotalámico, posterior a esto, la información lumínica se procesa en el núcleo supraquiasmático, los impulsos nerviosos atraviesan el tronco cerebral, y bajan hacia la medula espinal.

Los nervios simpáticos salen de la región torácica de la medula, ascienden hacia el cuello y se produce una sinapsis en los ganglios cervicales superiores, Grande (2015), menciona que desde este punto, los nervios simpáticos post ganglionares viajan a la cabeza innervando diferentes estructuras estimulando así, a la glándula pineal, por lo que esta está relacionada con el ciclo luz – oscuridad, el estímulo externo ambiental que determina la síntesis de melatonina es traducido por un reloj circadiano endógeno.

3.9. Sistema endocrino

3.9.1. Eje hipotálamo-Hipófisis-Gónadas

Bautista (2018), afirma que es el encargado de controlar todos los aspectos referentes al proceso reproductor del cuy, en el cual se puede destacar la acción de las siguientes hormonas:

3.9.2. Hormona libradora de gonadotropina (GnRH)

Como señala Bautista (2018), la GnRH viaja hasta la adenohipófisis, a través del sistema portal hipotalámico hipofisario para estimularlo con la finalidad de desencadenar la producción y liberación de las gonadotropinas FSH y LH.

Tiene como función ser la encargada de regular principalmente todo lo relacionado al desarrollo productivo y reproductivo del cuy (Zaldívar, 1997).

3.9.3. Hormona foliculoestimulante (FSH)

Bautista (2018), afirma que se encuentra ligada a receptores de las células de Sertoli de los túbulos seminíferos, por otro lado, Billie (2019), menciona que a más de la GnRH, la FSH también es regulada por un péptido llamado inhibina, el cual se produce en el testículo gracias a la FSH y genera la acción inhibir a su vez, a la síntesis de FSH.

La FSH tiene como función estimular a la gametogénesis tanto en machos como en hembras, actuando en el caso del macho sobre las células de Sertoli testiculares, potenciando así; la espermatogénesis, así también; Billie (2019), manifiesta que interviene aumentando receptores de las células de Leydig para potenciar a la acción de la LH.

3.9.4. Hormona luteinizante (LH)

Bautista (2018), sostiene que esta hormona tiene como función estimular y controlar a las células intersticiales (ICSH) o células de Leydig del macho, mismas que al mismo tiempo,

estimulan a las células de Leydig para la producción de testosterona. Por otro lado; Billie (2019), menciona que el aumento de la cantidad circundante de testosterona por retroalimentación negativa reprime la descarga de GnRH hipotalámico y LH de la hipótesis.

3.9.5. Glándula Pineal

Según Zapata (2019), la glándula pineal es considerada el transductor neuroendocrino del reloj circadiano central ubicado en los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo.

3.9.6. Melatonina

La melatonina es secretada por la glándula pineal según un ritmo de secreción definido, así lo manifiesta Ureña (2016), así también; de acuerdo con Castro (2018), los tejidos extrapineales también participan en este proceso.

Es altamente lipofílica y ubicua, regula diversas funciones fisiológicas mediante receptores específicos o de forma directa en organelos celulares (Matheus *et al.* 2018).

3.10. La luz

Se nombra como luz, al fragmento de radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo, esta luz se produce a causa de electrones excitados por una fuente energética ya sea calórica, eléctrica u otras. Las cualidades de la luz sustanciales en la producción animal son; la intensidad, longitud de onda y el fotoperiodo. Los programas de iluminación industrial son altamente variables en intensidad de luz suministrada y en horas de fotoperiodo, Torres (2019), menciona que la luz roja penetra en el cráneo y cerebro de 4 a 50 veces más que los otros colores como el verde, azul, amarilla o naranja, estimulando foto receptores retíales.

La luz es un aspecto de vital importancia en la producción, Miranda (2016), enfatiza en que estimula en animales el consumo del alimento y la producción hormonal, convirtiéndose en un factor determinante reflejado en los resultados finales.

3.10.1. Generalidades

La luz es una forma de energía transportada continuamente por el espacio a velocidades muy elevadas (3×10^8 /segundo). Huaraca (2019), señala que la luz es un agente físico que hace parte de la energía radiante o del espectro electromagnético, cuyas diferentes radiaciones se caracterizan por determinadas longitudes de onda y frecuencias, mismas que incluyen; ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz ultravioleta, rayos X y rayos gamma.

Los tipos de luz y espectros determinan factores en el crecimiento de la carne del cuy que dependen de la duración, intensidad y color. Huaraca (2019), menciona que el espectro de la luz natural en general contiene una potencia constante que contribuye una longitud de onda entre 350 y 700 nm (nanómetros), mientras los tipos de luz artificial muestran variaciones en la emisión del espectro de algunas longitudes de ondas y color. Por tanto, la intensidad de la luz tiene influencia en la actividad del cuy, comportamiento, fisiología, respuesta inmune y tasa de crecimiento.

Huaraca (2019), afirma que también se ha demostrado que la alta intensidad de luz aumenta las actividades, mientras que la baja intensidad reduce la hiperactividad y los límites de principios de rápido crecimiento que resulta en disminución de consumo de alimento.

Por mencionar un ejemplo en empleo de luz para la producción se pone en consideración el caso del pollo de carne, el cual Huaraca (2019), afirma es criado a bajas intensidades lumínicas (< 10 lux) con el fin de disminuir su actividad y de esta manera aumentar su velocidad de crecimiento y ganancia media diaria.

3.10.2. Luz natural (solar)

Tiene la ventaja de que es gratuita y los animales responden muy bien a ella. Miranda (2016), asegura que, en los trópicos, la duración del día tiene muy poca variación a lo largo de año. No obstante, también da a notar que entre sus desventajas se puede mencionar que en algunas regiones la cantidad de horas de luz diarias se afectan con las estaciones, dando lugar a que

la intensidad de luz varíe durante el día, llegando a causar nerviosismo en los animales (Miranda, 2016).

3.10.3. Luz incandescente

Tiene la ventaja de tener un bajo costo, Miranda (2016), menciona que además de poseer una buena salida de espectro rojo y provee luz en todo el espectro visible. Su eficiencia lumínica es de 8 a 24 lumens por watt, se encienden rápidamente y su rendimiento es similar en climas fríos.

Según Miranda (2016), se debe tener mucho cuidado al manipular este tipo de bombillos, en vista de que son frágiles y pueden romperse fácilmente. De la energía utilizada, solo el 10% es luz, el restante 90% es calor, tienen una vida útil menor en comparación otro tipo de bombillos, atraen moscas y el polvo reduce considerablemente su brillo.

3.10.4. Luz fluorescente compacta (CFL)

Este tipo de bombillos, tienen un bajo costo, además de tener buena eficiencia energética, de 40–50% más que el incandescente (Garzón, 2013).

De acuerdo con Miranda (2016), son frágiles por lo que se debe manipular con cuidado, son de tipo espiral por lo cual son difíciles de limpiar. Contiene mercurio y aunque su luz parece blanca, el espectro puede variar dependiendo del fósforo utilizado en el bombillo, no rinde bien en climas fríos y su encendido lento, por lo que necesita tiempo para alcanzar máxima intensidad.

3.10.5. Luz fluorescente lineal (LFL)

Según Miranda (2016), posee las mismas ventajas y desventajas que los CFL, con algunas consideraciones especiales tales como; permitir una mejor distribución de la luz al proyectan una luz amplia, por lo que se requiere menos cantidad de lámparas. Su costo de inversión

inicial es mayor que los CFL, son muy frágiles de manipular y sus vidrios son peligrosos, si se rompen.

3.10.6. Sodio de alta precisión (HPS)

Produce alta intensidad de luz, espectro de luz amarilla, naranja y roja. Como señala Miranda (2016), su luz es cálida (2.100 Kelvin) tiene una alta eficiencia 50-130 lumen por watt y su vida útil es de hasta 25 mil horas.

Miranda (2016), afirma que su inversión inicial alta, al encender necesita de algunos minutos para alcanzar su máxima intensidad de luz. No tienen suficiente espectro de luz azul y verde, es difícil su uso con dimmer, atenuarlos y necesitan balastos.

3.10.7. Diodo emisor de luz (LED)

Su eficiencia energética es alta, con 50 lumens por watt, posee una vida útil más alta que cualquier otro bombillo, hasta 100 mil horas de uso, su costo de mantenimiento es bajo, según Miranda (2016), su textura y robusta es en contra de posibles vibraciones, su encendido es inmediato. No contiene mercurio, puede ser usado con dimmer y es de fácil manejo, se pueden encontrar en diferentes tamaños según la necesidad.

Su inversión inicial es alta, requiere de instalaciones eléctricas adecuadas, la eficiencia del filamento se disminuye con el polvo o mala ventilación (Miranda, 2016).

3.11. Radiometría y fotometría

Según Baizán (2015), de entre todas las frecuencias radiadas por el sol únicamente son perceptibles para el ojo aquellas cuya longitud de onda se encuentra entre los 390 y 750 nm, correspondientes al espectro de la luz visible. Las ciencias responsables del estudio de cada uno de estos campos son, respectivamente, la fotometría y la radiometría. La radiometría es la ciencia cuyo objeto de estudio es la energía transferida a través de la radiación solar en todas sus frecuencias.

Por otro lado, la fotometría es la ciencia que versa sobre el estudio de la transferencia de aquella energía contenida en las frecuencias a las que es sensible el ojo. Baizán (2015), afirma que esta respuesta está condicionada por la función de sensibilidad ocular, la cual depende de la longitud de onda y genera dos curvas de respuesta en función de la luminosidad presente.

La fotometría también posee una serie de magnitudes características de las que se destacarán las siguientes:

3.11.1. Energía luminosa (Q_v)

Según Baizán (2015), consiste en la fracción de energía solar transportada por la luz visible en un cierto tiempo. Su unidad de medida es el Talbot (T), que es equivalente al consumo de un lumen por segundo ($lm \times s^{-1}$) $\times c$.

3.11.2. Flujo luminoso (ϕ_v)

Representa la potencia de luz visible percibida y es la magnitud básica de la fotometría. Baizán (2015), menciona que esta potencia varía en función de la longitud de onda recibida, su unidad en el S.I. es el lumen (lm).

3.11.3. Iluminancia (E_v)

Consiste en el flujo luminoso que incide sobre una determinada superficie. Se mide en luxes $lx = lm/m^2$ (lumen por metro cuadrado) y es un concepto relacionado con la irradiancia que será desarrollado más adelante. Baizán (2015), deduce que como se observa intuitivamente, radiometría y fotometría son dos ciencias que se encuentran íntimamente correlacionadas por tener el mismo objeto de estudio únicamente diferenciado por el ancho de banda tratado por cada una de ellas. Como consecuencia ambas ciencias emplean las mismas unidades, caracterizadas por diferentes subíndices, que son el subíndice “e” en radiometría, que denota energía y el subíndice “v” en fotometría para indicar la palabra visual.

A continuación, en la Tabla 3, se expresa la comparativa entre magnitudes radiométricas y fotométricas.

Tabla 3.

Comparativa entre magnitudes radiométricas y fotométricas

| Magnitud Radiométrica | Símbolo | Unidad | Magnitud Fotométrica | Símbolo | Unidad |
|-----------------------|----------|-----------|----------------------|----------|---------------|
| Energía Radiante | Q_e | Julio J | Energía Luminosa | Q_v | Talbot T |
| Flujo Radiante | ϕ_e | Vatio W | Flujo Luminoso | ϕ_v | Lumen lm |
| Irradiancia | E_e | W/m^2 | Iluminancia | E_v | Lux |
| | | | | | $lx = lm/m^2$ |

Nota: Q_e = Energía Radiante, ϕ_e = Flujo Radiante, E_e = Irradiancia, J = Julio, W =Vatio, m^2 = metros cuadrados, Q_v = Energía luminosa, ϕ_v = Flujo luminoso, E_v = Iluminancia, T =Talbot, lm = Lumen, lx = Lux.

Fuente: Baizán, (2015).

Sin embargo, de acuerdo con Baizán (2015), no toda la radiación emitida por el sol es percibida por el ojo. La mayoría de los animales sólo perciben la radiación contenida dentro del espectro de la luz visible, esto es; con longitudes de onda comprendidas entre 390 nm y 750 nm.

3.11.4. Energía radiante (Q_e)

Se trata de la cantidad de energía incidente en una superficie en un cierto tiempo. Como señala Baizán (2015), esta unidad es propia de la energía en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.U.).

3.11.5. Flujo o potencia radiante (ϕ_e)

Describe la cantidad de energía radiante por unidad de tiempo y su unidad es el Vatio (W), Baizán (2015), lo expresa con la siguiente fórmula:

$$\phi_e = dQ_e / dt$$

En donde:

ϕ_e = Flujo o potencia radiante.

dQ_e = Cociente entre la energía luminosa de un elemento y el área de dicho elemento.

dt = Velocidad de la luz.

3.11.6. Irradiancia (E_e)

La irradiancia es la magnitud radiométrica que describe la cantidad de potencia recibida por cada metro cuadrado de superficie, y desde el punto de vista de Baizán (2015), es un parámetro de vital importancia para los sistemas de obtención de energía solar o para la arquitectura.

Esta energía llega a nuestro planeta en forma de radiación electromagnética y de unas partículas energéticas conocidas como fotones, las cuales son emitidas cualquier objeto brillante, aunque insignificante en comparación con la ingente cantidad de fotones radiados por el sol cada segundo (Baizán, 2015).

3.11.7. Iluminación del galpón

Teniendo en cuenta a Miranda (2016), actualmente existe en el mercado una gran variedad de tipos y sistemas de iluminación adecuadas para toda clase recurso económico, el grado tecnológico e incluso la ubicación geográfica, se usan desde galpones abiertos (luz solar), hasta galpones de ambiente controlado, los cuales poseen luz artificial que trata de suplir las necesidades de los animales.

3.11.8. Sensibilidad espectral

Se llama espectro visible a la región del espectro electromagnético que el ojo es capaz de percibir. Miranda (2016), considera a la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda, se le llama luz visible o simplemente luz. No hay límites exactos en el espectro visible: Los mamíferos roedores pueden responder a longitudes de onda de 400 nm a 700 nm.

3.11.9. Lumen

Según Cárdenas (2014), en términos simples, los lúmenes (lm), son una medida de la cantidad total de luz visible (a simple vista), de una lámpara o fuente de luz. Cuanto más alto el número de lúmenes las bombilla o lámpara es más brillante.

3.12. Luxómetro

Es un instrumento de medición y calibración de luz que funcionan por medio de una célula fotovoltaica o mediante una fotorresistencia, empleado principalmente para medir la luz de los faros de un vehículo, permitiendo así tener una adecuada iluminación durante la conducción en la noche o zonas desprovista de visibilidad adecuada. De acuerdo con Herrera (2019), este instrumento posee un reglaje basándose en normas técnicas que permiten la homologación de los niveles de luz.

3.12.1. Normas de funcionamiento y calibración del luxómetro

Desde el punto de vista de Herrera (2019), el luxómetro requiere de parámetros de posicionamiento del dispositivo y la superficie en la que se realizan las mediciones y la posterior calibración del luxómetro, al realizar el montaje del pie de soporte y el dispositivo se debe revisar que no existan tuercas o piezas móviles desajustadas que se puedan mover al momento de la medición y calibración de la luz.

3.12.2. Medición de luz en la granja

La medición de la luz en la granja tiene tres factores que deben ser considerados:

- Flux luminoso: Torres (2019), afirma que es el total de la luz visible emitida por un bombillo, medido en lúmenes.
- Intensidad luminosa (flux direccional): Cuantifica el flux luminoso, Torres (2019), menciona que es emitido por una fuente de luz en cierta dirección, medida en candelas.
- Poder luminoso: Es el flujo por área iluminada por la luz, medido en luxes o pies candela (fc), así lo expresa Torres (2019), y lo plasma en las siguientes equivalencias expuestas a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4.

Equivalencias de los grados Lux

| Flujo luminoso | Equivalencias |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Luxes | 1 lux = 1 lumen/m ² o 1 lux = 0,0929 fc (lumen/m ²) |
| Pies candela (fc) | 1 fc = 10,76 luxes o 1 lux = 0,0929 fc |

Nota: fc= Pies candela (poder luminoso), Luxes= poder luminoso, m²= metros cuadrados.
Adaptado de: Torres (2019).

Lo cual significa que la misma luz será más brillante cerca de la fuente principal y más tenue mientras más alejada se encuentre de la misma (Torres, 2019).

3.12.3. Consideraciones básicas para un programa de luz

Para la implementación de un sistema de luz, se deben tomar en consideración algunos factores tales como probar primero el programa de luz antes de implementarlo, Torres (2019), enfatiza en que también se debe de considerar los objetivos relacionados con el peso y la edad de salida de los animales y principalmente mantener el mismo programa de luz durante toda la vida de los animales, para que el patrón de consumo de alimento y de agua sea estable.

3.12.4. Eficacia y eficiencia luminosa

El concepto eficacia luminosa espectral es de aplicación para una longitud de onda determinada. Está referido a la respuesta sensitiva que genera el ojo para cada longitud de onda individual. De este modo, según Baizán (2015), cada magnitud fotométrica es proporcional a su equivalente radiométrica teniendo como factor de proporcionalidad la eficacia luminosa espectral ($K(\lambda)$). Para ilustrarlo, la siguiente ecuación representa la proporción existente entre iluminancia e irradiancia.

$$K(\lambda) = E_v / E_e$$

En donde:

$$K(\lambda) = \text{Luminosidad espectral}$$

$$E_v = \text{Iluminancia}$$

$$E_e = \text{Irradiancia}$$

Como se desprende de la ecuación anterior, la eficacia luminosa espectral es dependiente de la longitud de onda que se estudia. Por ello; Baizán (2015), considera que en el momento de relacionar magnitudes radiométricas y fotométricas que abarquen varias longitudes de onda se requiere una magnitud adimensional que represente la sensibilidad espectral relativa del ojo ante las radiaciones de luz visible de diferente longitud de onda. Esta magnitud es la eficiencia luminosa espectral ($V(\lambda)$) y será máxima para la longitud de onda más fácilmente perceptible por el ojo y mínima para aquellas radiaciones cuyas longitudes de onda son invisibles para nosotros.

- Respuesta fotópica: De acuerdo con Baizán (2015), representa la respuesta del ojo en situaciones diurnas; aquellas con una iluminancia mayor de $5 \times 10^{-2} \text{ lux}$, valor al que se puede expresar también como 5 lux (5 lm/m^2), denotada por $V(\lambda)$ y cuyo valor

máximo de sensibilidad coincide con la radiación de longitud de onda igual a 555 nanómetros (nm).

- Respuesta escotópica: Es la percepción ocular en condiciones nocturnas, es decir, con iluminancias menores de $5 \times 10^{-3} \text{ lux}$, valor al que se puede expresar también como 5 lux (5 lm/m^2), Baizán (2015), afirma que se denota con $V'(\lambda)$ y la mayor sensibilidad del ojo humano se da para aquella radiación con longitud de onda de 505 nanómetros (nm).

Cada una de las respuestas recibidas por los ojos, depende de las anteriormente mencionadas; eficiencia luminosa espectral y eficacia luminosa espectral, las cuales Baizán (2015), considera son función de la longitud de onda.

3.13. Efecto del color de luz o longitud de onda en el cuy

La selección de la fuente de luz juega un papel muy importante en explotaciones pecuarias, aunque en nuestra industria el color más utilizado es el blanco. Huaraca (2019), sostiene que la iluminación artificial se ha utilizado para afectar el metabolismo y mejorar el rendimiento productivo de animales de producción, se han utilizado los sistemas de iluminación de colores para promover el crecimiento y desarrollo en diferentes especies desde 1950. El color de la luz es un parámetro exógeno que afecta el rendimiento del cuy y es dictado por la longitud de onda.

Como simple ejemplo se pone en consideración la iluminación de los pollos con luz monocromática verde, la cual estimula el crecimiento muscular en edad temprana, Huaraca (2019), argumenta que sea probablemente porque mejora la proliferación de las células satélites del músculo esquelético y subsecuentemente la adición de las fibras musculares, que lleva a incrementar el crecimiento del músculo.

Las inconsistencias en los resultados de muchas investigaciones probablemente se deben a la variabilidad en tipos de luces (color), intensidad y horario, así como también, en la diferencia de las especies, género y edad de las especies estudiadas (Huaraca, 2019).

Huaraca (2019), manifiesta que las ondas cortas de luz resultan ser un problema en el caso de los humanos, ya que el color verde o azul tiene efectos negativos en las personas a diferencia de las aves, ya que promueven su crecimiento durante edades tempranas a diferencia de las ondas largas como el color amarillo, el cual; mejora el crecimiento del ave en edades tardías. También afirma que los animales criados bajo el color amarillo obtienen parámetros similares que las aves criadas bajo el color verde o azul.

La combinación de luces monocromáticas como blanco con verde, rojo con azul, verde con azul y azul con verde alcanzan mayores pesos que los criados bajo una sola luz monocromática como blanco, rojo, azul y verde; sin embargo Huaraca (2019), considera que el cambio de la luz azul por verde y verde por azul podría ser una eficiente manera de promover el crecimiento y desarrollo del animal, mejorando la utilización del alimento y el comportamiento productivo del mismo.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se necesitó de los siguientes materiales listados a continuación:

4.1.1. Materiales de campo

- Libreta de apuntes
- Esferográfico
- Overol
- Buzo ECAA
- Botas de goma punta de acero
- Aretes de identificación
- Marcador permanente
- Barra de silicona
- Metro

4.1.2. Equipos electrónicos

- Balanza digital (FREE HOME TM, Modelo K02-01)
- Luxómetro (AOPUTTRIVER TM, Modelo 881D)
- Timer Digital con Dimmer 600W
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Computador

4.1.3. Equipos de limpieza y desinfección

- Escoba

- Pala
- Trapeador
- Desinfectante
- Guantes de hule
- Jabón de tocador
- Bolsas de basura
- Bomba manual de desinfección
- Fulltrex
- Jeringa de 5ml
- Opigal
- Balde
- Costales
- Manguera

4.1.4. Instalaciones

| | |
|-------------------------------------------|-----------------|
| - Galpón 2,85m x 2,95m | |
| • <u>Materiales de jaulas</u> | <u>Cantidad</u> |
| - Angulo 1×1/8 (25×3MM) | 15 |
| - Malla sol eco 2×1/2 30/ 100 GLV | 14 |
| - Triplex 5,2MM (1,22×2,44) | 6 |
| - Tool HG 1/32 (0,70 MM) | 2 |
| - Bisag HSS 3/8×2 | 9 |
| • <u>Material del programan lumínico</u> | <u>Cantidad</u> |
| - Foco LED 9W/Luz Blanca/ Tipo A | 6 |
| - Boquilla cuadrada de loza | 6 |
| - Perno 1 pulgada | 12 |
| - Rodela plana | 12 |
| - Dimmer 600W | 1 |
| - Programador de eventos de doble entrada | 1 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| - Caja plástica | 1 |
| - Breaker para riel din NXB-63/ 6000W | 1 |
| - Cable gemelo #14/metro | 14 |
| - Conector 127V-I-15A | 1 |
| - Apliques | 24 |
| - Amarras 2,5 x200mm | 25 |

4.1.5. Insumo alimenticio

- Alfalfa (*Medicago sativa*)

4.1.6. Semovientes

- Cuyes (45)

4.2. Generalidades de la investigación

4.2.1. Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en el Cantón Cayambe, provincia de Pichincha-Ecuador, el cual según Earth (2020), cuenta con una Latitud de N 0°2'39.680" y una Longitud de O 78°08'40", limitando con la Provincia de Imbabura al Norte, el Distrito Metropolitano de Quito al Sur, la Provincia del Napo al Este y al Cantón Pedro Moncayo al Oeste, mencionada información se encuentra descrita en la Tabla 5.

Tabla 5.

Descripción de la ubicación geográfica de la investigación

| Descripción Geográfica del Cantón Cayambe | |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| País: | Ecuador |
| Provincia: | Pichincha |
| Cantón: | Cayambe |
| Parroquias Urbana: | Ayora Cayambe Juan Montalvo |
| Parroquias Rurales: | Ascázubi Cangahua Cusubamba Olmedo Otón |
| Provincia: | Pichincha |
| Coordenadas Geográficas: | Latitud: N 0°2'39.680" Longitud: O 78°08'40" |
| Límites: | Norte: Provincia de Imbabura Sur: Distrito metropolitano de Quito Este: Provincia de Napo Oeste: Cantón Pedro Moncayo |

Nota: Esta tabla muestra la Ubicación geográfica del cantón Cayambe.
Adaptado de Google Earth (2020).
Elaborado por: La autora.

A continuación; en la Figura 1, se puede visualizar la ubicación del sitio de la investigación, en donde se puede distinguir el lugar exacto con la simbología de una casa



Figura 1. Horizonte geográfico de la investigación.

Fuente: Google Earth (2020).

Elaborado por: La autora.

El sitio experimental se encontró ubicado en el barrio “Amistad” del cantón Cayambe, en la Avenida Restauración y Vivas, casa número Oe2-20, lugar en el cual fue adecuado un galpón para el desarrollo de la investigación.

4.2.2. Características Agro climáticas

El cantón Cayambe según Orellana (2020), se encuentra a 5,790 m.s.n.m., su temperatura encuentra entre los 10 °C a 20 °C, tiene una humedad relativa del 79% y presenta 12 horas con 7 minutos de luz al día; dichas características agroclimáticas, se encuentran expuestas a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6.

Características agro climáticas promedio del cantón Cayambe

| Características | Descripción |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altitud: | 5.790 m.s.n.m. |
| Temperatura: | 10 °C a 20 °C |
| Humedad relativa: | 79 % |
| Horas luz por día | 12 horas y 7 minutos |
| Velocidad promedio viento: | 8,2 kilómetros por hora |
| Energía solar (Incidencia diaria promedio): | Día más claro 5,9 (kWh), en el mes de agosto Día más oscuro 4,7 (kWh), en el mes de octubre |

Nota: kWh= Kilovatio por hora. Esta tabla muestra las características climáticas del cantón Cayambe.

Adaptado de Orellana, J. (2020).

Elaborado por: La autora.

4.2.3. Diseño experimental

En la presente investigación se usó un diseño estadístico completamente al azar (D.C.A.), aplicando la prueba de análisis de varianza (ADEVA), misma que se encuentra detallada a continuación en la Tabla 7.

- Tratamientos = 3
- Repeticiones = 3
- N° de cuyes/Unidad Experimental (5 cuyes)
- N° de cuyes/repetición = 5
- N° total de animales = 45

Tabla 7.

Esquema del ADEVA

| F.V. | G.L. |
|--------------------------|-------------|
| Tratamientos (t-1) | 2 |
| Error experimental (r-1) | 6 |
| Total (rt-1) | 8 |

Nota: F.V.=Factor de variación, G.L.=Grados de libertad.

Elaborado: por la autora.

- Unidad experimental

La unidad experimental constó de una jaula de 0,50 m de ancho x 0,75 m de largo, con una altura de 0,40 m entre el piso y la base de la jaula, así como también; 0,45 m entre la base y la tapa de la jaula. En vista de que en el T1 y T2 se manejó un programa de luz artificial; estos estuvieron conformados en su mayoría por tabla triplex, evitando de esta manera cualquier tipo de filtración externa de luz convencional, por otro lado; en el caso del T3 (testigo), en donde no se aplicó un tratamiento de luz artificial, se usó malla metálica en la mayoría de su estructura, permitiendo de esta manera; la completa filtración de luz convencional.

Se manejó focos Led de 9W ya que estos permiten regular su intensidad lumínica y tienen luz blanca, por tanto, no generan un estrés calórico a los animales. La intensidad lumínica y las horas de encendido y apagado de focos se reguló mediante un programador de eventos y un Dimmer, siendo 32,58 lx el rango promedio manejado y controlado periódicamente con ayuda de un luxómetro, de esta manera el flujo luminoso al cual los cuyes estuvieron expuestos fue el mismo al que ya se habían adaptado a recibir de la luz normal del día, manteniendo de esta manera la misma intensidad lumínica convencional, sin abrumarlos para que el patrón de consumo de alimento fuera estable, por tanto, únicamente recibieron una modificación del número de horas luz led al día.

La unidad experimental se manejó con 5 cuyes (macho), de 4 semanas, con un peso promedio al inicio del experimento de 360 y 365 g. Estos animales fueron de Tipo I (pelo corto, lacio, pegado al cuerpo), y clase A (animales ñatos, de cabeza ancha y pequeña, de cuerpo compacto y llenos de masa muscular, tranquilos), a los cuales se les manejó con una alimentación en base a alfalfa (*Medicago sativa*).

- Técnica de Evaluación

Para desarrollar la técnica de evaluación se realizó un análisis de varianza y se utilizó la prueba estadística “Tukey”, con un nivel de significancia del 0,05 lo cual ayudo a identificar cuál de las hipótesis se aprobaría y, por lo tanto; saber que sucedió con el experimento.

- Conformación de grupos

Para la conformación de grupos se emplearon 9 jaulas, mismas que estuvieron conformadas cada una por 5 animales, es decir; se tuvo un total de 45 animales a los cuales se les asigno cada tratamiento respectivamente, posteriormente a haber realizado un sorteo completamente al azar.

4.2.4. Establecimiento del tipo de Luz

De acuerdo con Baizán (2015), no toda la radiación emitida por el sol es percibida por el ojo. La mayoría de los animales sólo perciben la radiación contenida dentro del espectro de la luz visible, es por ello que se adecuo el ambiente específico de cada unidad experimental, implementando luz Led, esto se debió principalmente a que tal y como afirma Castelló (2013), esta luz permite instalar un regulador de voltaje para modificar a voluntad la intensidad de iluminación, mientras que en otros tipo de luces esto no es posible, así también Cedeño (2015), manifiesta que a luz led es mucho más factible y rentable que la luz fluorescente.

4.2.5. Establecimiento de programa lumínico

Robalino (2012), asegura que la ganancia de peso y la conversión alimenticia, sí son establecidas por la luminosidad en engorde de cuyes machos (*Cavia porcellus*), por otro lado, Castelló (2013), afirma que en el caso del pollo de engorde, la iluminación debe seguir un ritmo de 24 horas/día, pudiendo incluir períodos de oscuridad mínima de 6-8 horas en total ininterrumpidas, siendo esta una opción también viable, para poder optimizar el crecimiento y engorde del animal. Por tanto y en base a estas referencias, se optó aplicar el mismo tipo

de programa lumínico, por lo que se determinó que el T1 se manejaría con 8 horas ininterrumpidas de oscuridad, de esta manera se le proveería de 16 horas de luz Led.

Por tanto, para el T2 se imitó el programa de 24 horas diarias ininterrumpidas de luz que menciona Castelló (2013), para conseguir el fotoperiodo en todo momento. Finalmente, al T3 (testigo), no se le aplicó luz artificial, por tanto; se mantuvo con horas luz y horas sombra del día. Mencionados tratamientos se describen a continuación, en la Tabla 8.

Tabla 8.

Número y descripción de tratamientos empleados en la investigación

| N° de Tratamiento | Descripción |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1 | Luminosidad 8 h de sombra y 16 h de luz Led. |
| T2 | Luminosidad 24 h de luz Led. |
| T3 (testigo) | Luminosidad convencional (12 horas de luz natural del día y 12 horas de oscuridad natural de la noche). |

Nota: T1= Tratamiento uno, T2= Tratamiento dos, T3= Tratamiento tres. Esta tabla muestra la descripción de cada tratamiento empleado en la investigación.
Elaborado por: La autora.

4.2.6. Distribución de unidades experimentales

Una vez establecido el número de repeticiones a manejarse (3), en cada tratamiento experimental, se procedió a llevar a cabo el sorteo para la distribución del T1, T2 y T3 (testigo), en cada unidad experimental (Figura 2).

| | | | |
|---------|----|----|---------|
| T2 | T2 | T1 | Entrada |
| pasillo | | | |
| T3 | T1 | T2 | |
| pasillo | | | |
| T1 | T3 | T3 | |

Figura 2. Distribución de Tratamientos en las Unidades Experimentales (UE).

Nota: T1=Tratamiento uno, T2= Tratamiento dos, T3= Tratamiento tres (testigo). La tabla muestra la manera en como quedaron distribuidos los tratamientos en cada unidad experimental, el sorteo de distribución se realizó completamente al azar.

Elaborado por: La autora.

4.2.7. Toma de medidas del área de investigación y desinfección del galpón

Previo al inicio de la parte práctica de la presente investigación, con ayuda de un metro; se tomaron las medidas del área del galpón, mismo que estuvo delimitado por 2,85 m de ancho y 2,95 m largo, abarcando una superficie total de 8,40 m² (Figura 3).

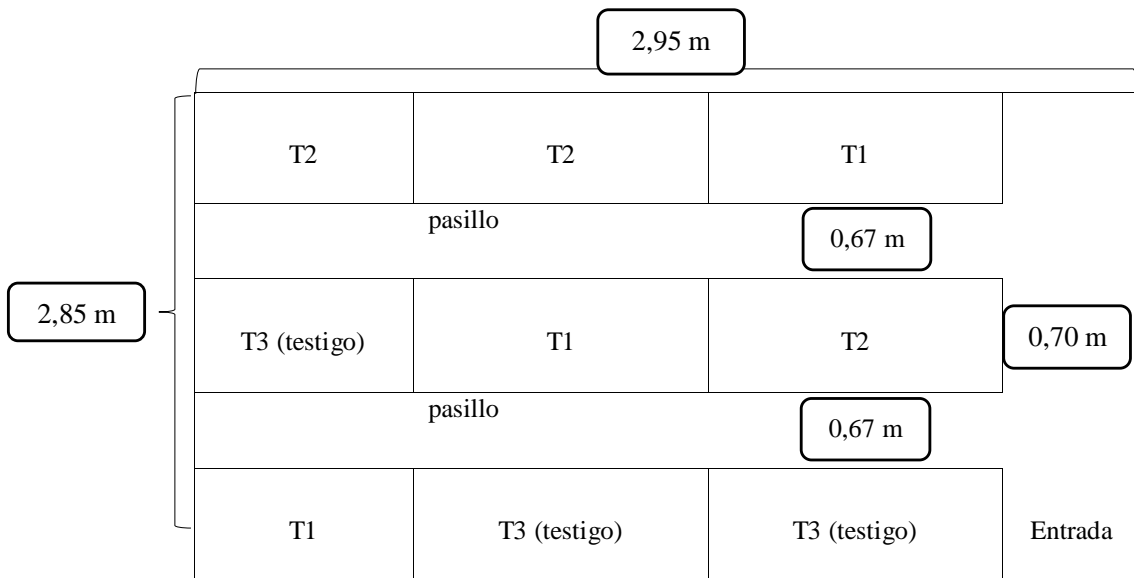


Figura 3. Delimitación del área de la investigación.

Nota: m= Metros, T1= Tratamiento uno, T2= Tratamiento dos, T3= Tratamiento tres. La figura muestra las medidas obtenidas del galpón y la distribución funcional de tratamientos.

Elaborado por: La autora.

Mariño *et al.* (2010), afirma que en toda granja debe instaurarse un plan de higiene y sanitización de las instalaciones, por tanto se procedió a realizar la desinfección completa del galpón empleando Fulltrex, el mismo que según Farbiopharma (2021), es un potente desinfectante bactericida, fungicida, viricida y esporicida. Útil en la desinfección de galpones en avicultura, ganadería y porcicultura, salas de ordeño, incubadoras, mataderos, herramientas y material quirúrgico.

4.2.8. Establecimiento de medidas de jaulas

Según Castañeda (2015), las medidas necesarias en jaulas para cuyes de 1 a 2 meses de edad son de 0,50 m de ancho x 0,50 m de ancho, brindándoles de esta manera un área de 1,00 m² la cual puede albergar hasta a 6 animales, dicha información se expresa en la Tabla 9.

Tabla 9.

Número de cuyes/área según la edad

| Área (m ²) | Nº de cuyes | Nº de cuyes | Nº de cuyes | Nº de cuyes |
|------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | Destetados (15 a 30 días) | Recría 1 (1 a 2 meses) | Recría 2 (2 a 3 meses) | Reproductores (3 a más meses) |
| 0,50 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| 1,00 | 10 | 6 | 5 | 4 |
| 1,20 | 12 | 8 | 7 | 6 |
| 1,60 | 14 | 10 | 9 | 7 |
| 2,00 | 16 a 18 | 12 | 10 | 8 a 10 |
| 2,40 | 20 | 14 | 11 a 13 | 10 a 12 |
| 3,00 | 22 a 24 | 15 a 16 | 12 a 15 | 12 a 14 |

Nota: Nº= Número, m²=metro cuadrado. Esta tabla muestra el número de cuyes que puede albergar el área dependiendo de la edad de los mismos.
Fuente: Castañeda (2015).

Teniendo en cuenta los requerimientos cuyes/área mencionados por Castañeda (2015), las jaulas tuvieron medidas de 0,50 m de ancho x 0,75 m de largo; siendo este espacio sobrante empleado para la colocación de comederos en donde se depositó la alfalfa, de esta manera las medidas internas de cada jaula proporcionaron el 1,00 m² requerido para los cuyes, así

también; cada bandeja se elaboró con las mismas medidas. En cuanto a la altura; cada una se manejó con 0,40 m entre el piso y la base de la jaula y 0,45 m entre la base y la tapa de la jaula, estas medidas fueron teniendo en cuenta a la recomendación de (Santos, 2011).

A continuación, en la Figura 4 se muestra el modelo de jaula que se elaboró para la investigación

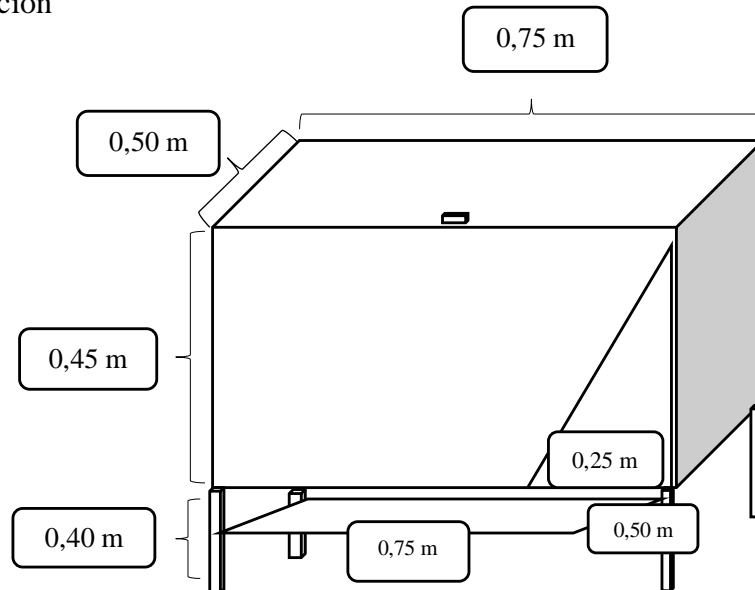


Figura 4. Medidas de las jaulas usadas para la investigación
Nota: La figura muestra las medidas empleadas para la elaboración de cada Jaula.
Elaborado por: La autora.

4.2.9. Adquisición de materiales para la elaboración de jaulas

Una vez delimitada el área de investigación, establecidas las medidas de las Jaulas y realizado el sorteo de distribución de cada tratamiento; se procedió a comprar los materiales necesarios para la construcción de las jaulas. Mariño *et al.* (2010), menciona que el material del cual estén elaboradas las jaulas deben brindar a los cuyes las condiciones adecuadas tanto de ventilación, temperatura y permiten una limpieza adecuada.

Teniendo en cuenta la necesidad de poder controlar el nivel de luminosidad a tener en cada tratamiento, se estableció de manera estratégica la conformación de cada jaula (Tabla 10).

Tabla 10.

Materiales empleados en la elaboración de Jaulas

| Tratamiento 1 | | Tratamiento 2 | | Tratamiento 3 | |
|---------------------------------|----------------|----------------------|----------------|------------------------------------------|----------------|
| 8 h de sombra y 16 h de luz led | | 24 h de luz led | | 12 h luz y 12h oscuridad natural del día | |
| Tapa | Tabla Triplex | Tapa | Tabla Triplex | Tapa | Malla metálica |
| Pared | Tabla Triplex | Pared | Tabla Triplex | Pared | Malla metálica |
| Piso | Malla metálica | Piso | Malla metálica | Piso | Malla metálica |
| Bandeja | Lata | Bandeja | Lata | Bandeja | Lata |
| Bases | Ángulos | Bases | Ángulos | Bases | Ángulos |

Nota: La tabla muestra la manera en cómo fueron empleados los diferentes materiales para la elaboración de jaulas.

Elaborado por: La autora.

En vista de que en el T1 y T2 se manejó un programa de luz artificial; estos estuvieron conformados en su mayoría por tabla triplex, evitando de esta manera cualquier tipo de filtración externa de luz convencional, por otro lado; en el caso del T3 (testigo), en donde no se aplicó un tratamiento de luz artificial, se usó malla metálica en la mayoría de su estructura, permitiendo de esta manera; la completa filtración de luz convencional.

4.2.10. Adquisición de materiales para la instalación del programa lumínico

El programa lumínico se manejó con luz Led, debido principalmente a que tal y como afirma Castelló (2013), esta luz permite instalar un regulador de voltaje para modificar a voluntad la intensidad de iluminación, mientras que en otros tipo de luces esto no es posible.

Una vez adecuadas las jaulas en el galpón, se revisó la forma en como estaba distribuido cada tratamiento de luz, para posteriormente adquirir el material necesario para el programa lumínico, los materiales requeridos fueron; Boquillas, Pernos, Rodelas, Dimmer 600W, Programador de eventos, Caja plástica, Breaker para riel din, Cable gemelo, Conector, Apliques, Amarras y Focos LED 9W ya que como afirma Miranda (2016), estos permiten regular su intensidad luminica y no genera un estrés calorico a los animales.

El programa lumínico artificial consto de dos tiempos; el primer tiempo fue en base al T1 (Luminosidad 8h sombra y 16h de luz led), en donde se manejó un sistema de encendido de luces de 6:00h a 22:00h, mientras que en el T2 (Luminosidad 24 h de luz led), se mantuvo un encendido de luces constante 24/7. Es importante mencionar que para el T3 (testigo), por manejarse con luz convencional, no requirió de sistema de iluminancia artificial. A continuación, en la Tabla 11, se muestra la programación lumínica mencionada anteriormente.

Tabla 11.

Programación lumínica de los tratamientos

| Tratamientos | Hora de encendió el foco | Hora de apagado del foco |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| T1 | 6:00 h | 22:00 h |
| T2 | 6:00 h | - |
| T3 (testigo) | - | - |

Nota: T1= Tratamiento uno, T2= Tratamiento dos, T3= Tratamiento tres. La tabla muestra el horario manejado dentro de la programación lumínica, difiriendo este entre un tratamiento de otro.

Elaborado por: La autora.

4.2.11. Medición de intensidad lumínica en jaulas

Robalino (2012), afirma que al cuy se debe mantener en un ambiente cuya luminosidad le permita vivir sin estar expuesto a irradiaciones solares excesivas, lo cual tiene relación con la investigación de Miranda (2016), quien asegura que la variabilidad de la intensidad de luz durante el día puede llegar a aumentar el nerviosismo en los animales, es por ello que el programa lumínico se mantuvo controlado mediante un Dimmer, el cual tuvo como función generar un corte sinusoidal en la corriente alterna del T1 y T2.

Se adquirió un luxómetro AOPUTTRIVER™, Modelo 881D, mismo que permitió realizar una medición simple y rápida de la iluminancia real y no subjetiva de cada jaula en el galpón. Según la OMS (2015), los rayos UV solares son más fuertes entre las 10 de la mañana y las 4 de la tarde. Castelló (2013), afirma que la luz natural a través de las ventanas de un galpón puede variar, según la hora del día y el que éste sea nublado o soleado, por tanto; se realizaron

las mediciones en un día soleado y en horarios de 11:00 h y 23:00 h a las diferentes jaulas de cada tratamiento experimental.

Los datos obtenidos de dichas mediciones se muestran a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12.

Intensidad lumínica de los tratamientos T1, T2 y T3

| Nº Tratamiento | T1 | | T2 | | T3 | |
|--------------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|------------|--------------|
| Hora de medición | 11:00 h | - 23:00 h | 11:00 h | - 23:00 h | 11:00 h | - 23:00 h |
| Repeticiones | Luz led | Oscuridad | Luz led | Luz led | Día | Noche |
| Grados Lux (R1) | 32,58 lx | 0,00 lx | 32,58 lx | 32,58 lx | 32,98 lx | 0,00 lx |
| Grados Lux (R2) | 32,58 lx | 0,00 lx | 3258 lx | 32,58 lx | 32,27 lx | 0,00 lx |
| Grados Lux (R3) | 32,58 lx | 0,00 lx | 32,58 lx | 32,58 lx | 32,51 lx | 0,00 lx |

Nota: R= Repeticiones, Lux= Intensidad lumínica (lx). La tabla muestra los niveles de grados lux obtenidos de las diferentes mediciones realizadas a cada tratamiento con sus respectivas repeticiones con la ayuda de un luxómetro como instrumento de medición.

Elaborado por: La autora.

Durante los 28 días de duración del ensayo, se mantuvo un control constante de la intensidad lumínica de los diferentes tratamientos, mediante mediciones periódicas a horarios fijos del día, las cuales en este caso fueron 11:00 h y 23:00 h.

Se optó por controlar las horas de encendido de focos con ayuda de un programador de eventos y mantener regulado mediante un Dimmer los grados lux; en este caso 32,58 lx como rango promedio, flujo luminoso al cual los cuyes ya se habían adaptado a recibir desde la semana 3 a 4 a través de la luz del día, manteniendo de esta manera la misma intensidad lumínica convencional, sin abrumarlos para que el patrón de consumo de alimento fuera estable, por tanto, únicamente recibieron una modificación del número de horas luz led al día.

4.2.12. Establecimiento del periodo de duración de la parte práctica de la investigación

El periodo de duración de la parte práctica de la investigación, sin contar la semana de adaptación, fue de 28 días, desde la semana 4 a la semana 8 del ciclo de vida del cuy, esto se debió ya que al manejar únicamente machos, Zaldívar (1997), afirma que se suelen tener dificultades ya que a la semana 9 o 10 de vida, inician peleas que lesionan la piel y bajan sus índices de conversión alimenticia. Información que coincide con Bautista (2018), quien también asegura que durante la etapa de engorde, entre la semana 8-10 los machos suelen agruparse constantemente y generar peleas hasta organizarse socialmente, debiéndose esto a que en esta etapa inicia su pubertad, lo cual genera el aumento en la producción de testosterona, teniendo como resultado de estas peleas; lesiones en la piel, crecimiento lento y bajos índices de conversión.

4.2.13. Compra y transporte de animales

Previo a la compra de los animales, se adquirieron 6 gavetas, cada una con medidas de 39 cm de ancho x 58 cm de largo x 24 cm de alto, para emplearlas en el transporte de los cuyes, ya que; como señala Velásquez (2019), la jaula para transporte de cuy debe tener el tamaño necesario como para que el animal pueda darse vuelta, echarse y pararse. Mariño *et al.* (2010), recomienda el uso de jivas de plástico, las mismas que pueden ir apiladas, debiendo ser aseguradas de forma que sean fijadas al vehículo y evitando que se den vuelta o se caigan, menciona también que los equipos y vehículos utilizados para el transporte deben contar con una adecuada ventilación, por lo que durante el viaje se mantuvieron las ventanas del auto totalmente abiertas.

Quintuña (2019), afirma que la separación de los gazapos de las madres, puede variar entre entre el día 18 a 25 de vida. Para la presente investigación se adquirieron 45 cuyes macho destetados a los 21 días (tres semanas de vida), ya que debían tener previo al ensayo una semana de adaptación en el galpon.

Los cuyes fueron de Tipo I, los cuales según Estupiñan (2003), son conocidos como Llushpe de pelo corto, lacio, pegado al cuerpo, los cuales aumentan de peso facilmente. En lo referente a la variedad, fueron de clase A, a los que Estupiñan (2003), tambien describe como animales ñatos, de cabeza ancha y pequeña, de cuerpo compacto y llenos de masa muscular, se caracterizan por ser tranquilos y aumentar rapidamente de peso.

4.2.14. Identificación y distribución de los animales en cada tratamiento

Con la finalidad de poder distinguir a un cobayo de otro, se procedió a la identificarlos mediante la asignación de un código numérico grabado en un arete metálico, el cual Quishpe (2016), sugiere sea colocado en la oreja derecha en machos, posteriormente el número del arete correspondiente a cada cuy fue plasmado en un registro.

De manera aleatoria se distribuyeron a los 45 cuyes en las diferentes jaulas, a razón de 5 cuyes por cada Tratamiento, es decir; 15 animales recibieron el tratamiento 1, otros 15 recibieron el tratamiento 2 y finalmente los últimos 15 recibieron el tratamiento 3.

Adicionalmente, se colocaron rótulos sobre la jaula, con la finalidad de poder distinguir a cada tratamiento y no exista ningún tipo de equivocación durante la realización del ensayo.

4.2.15. Periodo de adaptación

Como se menciona anteriormente, todos los animales adquiridos tuvieron tres semanas de edad al momento de la compra, con la finalidad de poder darle a los animales una semana de adaptacion, la importancia de este período según Varas (2017), reside en el hecho de que en él se define en buena medida el futuro productivo, reproductivo, metabólico y sanitario del animal.

4.2.16. Pesajes

Una vez transcurrida la semana de adaptación, los cuyes llegaron a su cuarta semana de vida, es decir; a su etapa de engorde (recria), misma que Ramos (2017), afirma que inicia desde la

cuarta semana de edad hasta la edad de comercialización que está entre la novena o décima semana de edad.

El día 1 desde que los cuyes cumplieron 4 semanas de edad, se procedió a realizar el pesaje inicial de los animales, en donde se obtuvieron pesos en un rango de entre 360-365 g. Este procedimiento se lo llevó a cabo a primera hora de la mañana, previo al suministro de alimento; tal como lo recomienda Delgado (2016), evitando en lo posible generar mayor estrés a los animales, con la finalidad de obtener datos exactos. Para los pesajes se empleó una balanza digital Free Home™, Modelo K02-01. Adicional al pesaje inicial, se realizaron pesajes semanales y un pesaje final a todos y cada uno de los animales pertenecientes a los distintos tratamientos.

4.2.17. Suministro de alimento

Flores *et al.* (2018), considera que el objetivo de cada sistema de alimentación radica en abastecer al animal de las dosis nutritivas correctas para suplir sus requerimientos necesarios, permitiendo lograr un máximo rendimiento y conveniente equilibrio de su productividad, por tanto; se manejó una alimentación en base forraje (alfalfa), ya que de acuerdo con Delgado (2016), una dieta basada en forraje, proporciona al cuy las cantidades necesarias de vitaminas esenciales para el buen desarrollo, crecimiento, reproducción y sanidad.

Delgado (2016), recomienda administrar el forraje dos veces al día en un mismo horario, por tanto; se manejó un horario de suministro de alimento de 8:00 h y 16:00 h. Por otro lado; con la finalidad de evitar problemas digestivos, se procedió a orear a la alfalfa tiempo previo a cada suministro de alimento, ya que de acuerdo con la FAO (2000), el forraje no debe ser suministrado inmediatamente después del corte, porque puede producir problemas hinchazón del estómago; por lo que es mejor orearlo en la sombra unas dos horas antes de alimentar a los animales.

Un cuy de 500 a 800 g de peso consume en forraje el 30% de su peso vivo, de esta forma se satisfacen sus exigencias con cantidades que van de 150 g a 240 g de forraje al día, así lo

afirma Delgado (2016), por lo cual fue el porcentaje de alimento que se manejó para la alimentación de los cuyes en base a su peso.

Pozo (2014), manifiesta que en el caso de que los cuyes sean alimentados diariamente solo con forraje verde en grandes proporciones, es decir; una cantidad mayor a 150 g, en estos casos no se necesita adicionar agua, por tanto; teniendo en cuenta los porcentajes de consumo por peso vivo manejados, no se adicionó al agua a la alimentación de los cuyes.

4.3. Métodos

4.3.1. Variables y evaluaciones

4.3.1.1. Variable independiente

- Luminosidad (Led)

La presente investigación estableció como **factor en estudio las horas luz**, mediante el uso de la luminosidad Led sobre el eje hipotalámico del cuy, logrando de esta manera proveer una nueva alternativa de manejo eficiente e innovadora que genere cambios positivos en la producción del mismo.

El motivo de emplear luz Led y no incandescente, se debió a que tal y como menciona Miranda (2016), un programa lumínico únicamente se puede controlar con Dimmer y programador de eventos en bombillos de luz Led, adicional a esto; al ser un bombillo de luz blanca no genero un aumento de temperatura, por tanto; no ocasionó ningún tipo de estrés calórico en los cuyes.

Robalino (2012), en su investigación asegura que la ganancia de peso y la conversión alimenticia, sí son establecidas por la luminosidad en engorde de cuyes machos (*Cavia porcellus*), teniendo en cuenta esta información; adicional a la de Castelló (2013), quien afirma que en el caso del pollo de engorde; la iluminación debe seguir un ritmo de 24 horas/día, pudiendo incluir períodos de oscuridad mínima de 6-8 horas en total

ininterrumpidas, siendo esta una opción también viable, para poder optimizar el crecimiento y engorde del animal. Se planteó el poder aplicar 3 tratamientos, de los cuales; 2 de ellos estuvieron enfocados en ampliar de forma artificial el periodo lumínico diario que recibe el cuy.

Craig (2021), asegura que la duración del día en el Ecuador es de 12 horas, considerando esta información, adicional a la expresada en el párrafo anterior; en donde se menciona la importancia de poder incluir periodos de oscuridad de 6-8 horas mínimo al animal dentro de su programa de iluminación artificial, se estableció aplicar el mismo tipo de programa lumínico, por lo que se determinó que el T1 se manejaría con 8 horas ininterrumpidas de oscuridad, de esta manera se le proveería de 16 horas de luz Led.

De igual manera para el T2 se imitó el programa de 24 horas diarias ininterrumpidas de luz que menciona Castelló (2013), para conseguir el fotoperiodo en todo momento. Finalmente, al T3 (testigo), no se le aplicó luz artificial, por tanto; se mantuvo con horas luz y horas sombra del día, con la finalidad de poder realizar una comparación de rendimientos al final de la investigación.

Programa lumínico:

- T1: 8 horas de sombra y 16 horas de luz Led.
- T2: 24 horas de luz Led.
- T3 (testigo): Luz convencional (12 horas de luz natural del día y 12 horas de oscuridad natural de la noche)

4.3.1.2.Variable dependiente

- **Consumo de alimento (gramos)**

Para saber la cantidad de alimento consumido, se empleó la fórmula de Delgado (2016), sugiere realizar el cálculo total de consumo de alimento de la siguiente manera:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}$$

- **Ganancia de peso (gramos)**

Una vez finalizada la fase experimental de la investigación, se efectuó el cálculo total de ganancia de peso, para lo cual se desarrolló la siguiente fórmula recomendada por Mentor (2013), conjuntamente con ayuda de los registros obtenidos.

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Peso final-Peso inicial}}{\# \text{ semanas}}$$

- **Conversión alimenticia (relación alimento / peso corporal)**

Para obtener la conversión alimenticia, se empleó la siguiente fórmula, misma que Ortiz (2010), recomienda realizar conjuntamente con ayuda de los registros obtenidos.

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}} = \frac{\text{Kg alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se describen los resultados obtenidos durante el desarrollo de la fase experimental de la presente investigación, en la cual se evaluó la incidencia de horas luz en la conversión alimenticia del cuy *Cavia porcellus*.

5.1. Evaluación del efecto de la luz sobre el consumo de alimento de cuyes

5.1.1. Consumo de alimento

Según el análisis de varianza de la Tabla 13, se puede observar alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación moderado de 13% que permite determinar homogeneidad en la toma de datos y una variabilidad aceptable, por lo cual se aceptan los resultados, esto se debe a que tal y como menciona Gutiérrez (1996), el coeficiente de variación no tiene un nivel fijo, sin embargo; en el caso de laboratorio no debe pasar de 5% y en campo 10%, pudiendo también incrementar, teniendo un límite del 20%.

Tabla 13.

Análisis de varianza para la variable alimento consumido en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Modelo | 1566897 | 2 | 783448 | 342949 | 6,69E-16 | *** |
| Tratamientos | 1566897 | 2 | 783448 | 342949 | 6,69E-16 | *** |
| Residuales | 14 | 6 | 2 | | | |
| C.V. | 13% | | | | | |

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación.

Ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

Los datos de la figura 5, prueba Tukey al 5% en relación a la variable consumo de alimento, muestra valores similares de alrededor de los 3 500 g para el T1 (Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), y T2 (luminosidad 24 horas de luz led), estos resultados se asemejan a los de Avalos (2010), quien en su investigación referente a la “Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80%), más alfalfa en el engorde de cuyes”..., en base a una ración que vario de 160 a 40 g/animal/día en forraje fresco, pudo registrar un consumo de alfalfa de 3 554 g cuando los animales consumieron caña de azúcar fresca y picada.

Se pudo observar tres rangos de significancia, en el primer grado (a), se encuentra el tratamiento T1(Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), el cual produjo un consumo de alimento de 3500 g significativamente mayor al testigo T3 (luz convencional), con un consumo de alrededor de los 2 800 g, con lo que se interpreta que los cuyes tienden a consumir mayores cantidades de alimento a 16 horas luz led, no así con 24 horas luz led, debido a que tal y como afirma Grande (2015), los animales al no tener un periodo de oscuridad, reciben una sobre estimulación del sistema endocrino de manera especial, mediante la glándula pituitaria que recibe estímulos directos de los ojos y por tanto, bloquea el consumo de alimento que ingieren, pero en todo caso el T1 y T2 son superiores al testigo T3 con una diferencia de 700 g, esto se debe a que al igual que en el caso del pollo de engorde, tal y como afirma Quishpe (2006), bajo condiciones de luz continua, el patrón de consumo por parte del animal es constante, sin importar la hora.

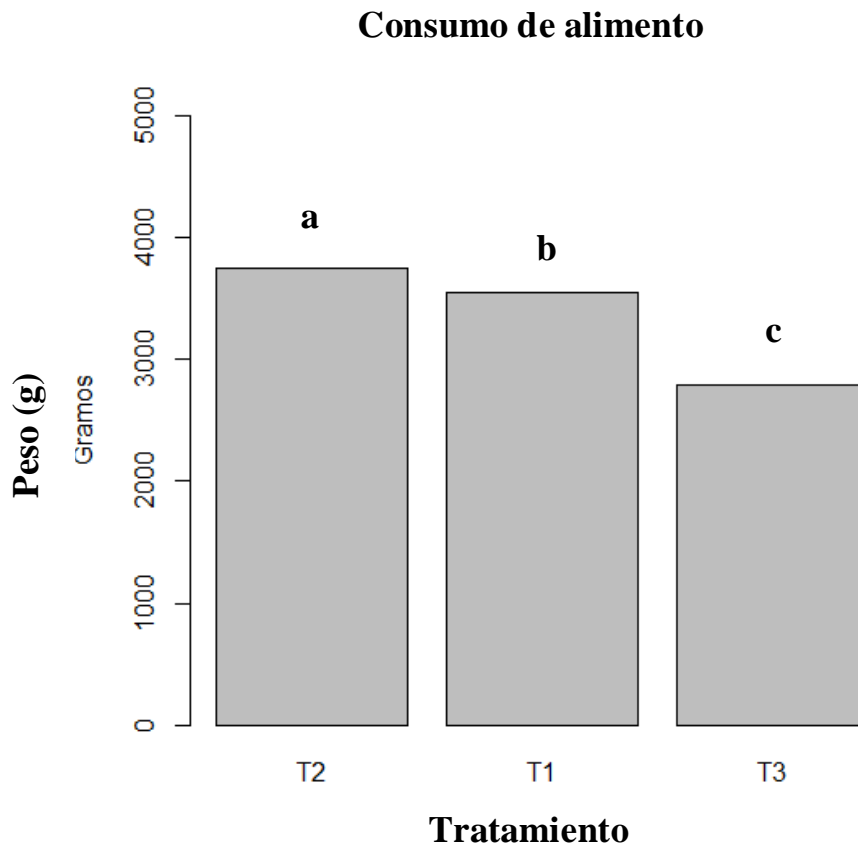


Figura 5. Prueba de Tukey al 5 % para la variable consumo de alimento (g) en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0,05$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

5.2. Determinación de influencia de la luminosidad en la conversión alimenticia y la ganancia de peso

5.2.1. Ganancia de peso

Según el análisis de varianza de la Tabla 14, se puede observar alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación moderado de 19% que permite determinar homogeneidad en la toma de datos y una variabilidad aceptable.

Tabla 14.

Análisis de varianza para la variable ganancia de peso en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Modelo | 62066 | 2 | 310033 | 6501 | 9,81E-11 | *** |
| Tratamientos | 62066 | 2 | 310033 | 6501 | 9,81E-11 | *** |
| Residuales | 29 | 6 | 5 | | | |
| C.V. | 19% | | | | | |

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación.

Ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

En los datos de la figura 6, prueba Tukey al 5% en relación a la variable ganancia de peso, se puede observar tres rangos de significancia, en donde en el grado (a), se muestra al tratamiento T1 (Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), y T2 (luminosidad 24 horas de luz led), grado (b), con pesos ganados entre los 500 y 600 g frente al testigo T3 testigo (luminosidad convencional), grado (c), con una ganancia de peso de alrededor de los 300g, resultados que se asemejan a los de Quintuña (2019), quien en su investigación de “Evaluación de parámetros zootécnicos a distintas edades del destete en engorde de cobayos *Cavia porcellus*”..., obtuvo ganancias de peso de 339,6 g y 352,5 g/cuy en animales destetados a los 21 días, durante su etapa de engorde en un periodo desde su semana 4 a su semana 8 de vida en las cuales fueron alimentados con alfalfa.

Se interpreta entonces una ganancia de peso mayor para los tratamientos en los que se incrementó las horas de luz, debido a que ésta es un aspecto de vital importancia en la producción, Miranda (2016), enfatiza en que estimula en animales el consumo del alimento y la producción hormonal, convirtiéndose en un factor determinante reflejado en los resultados finales.

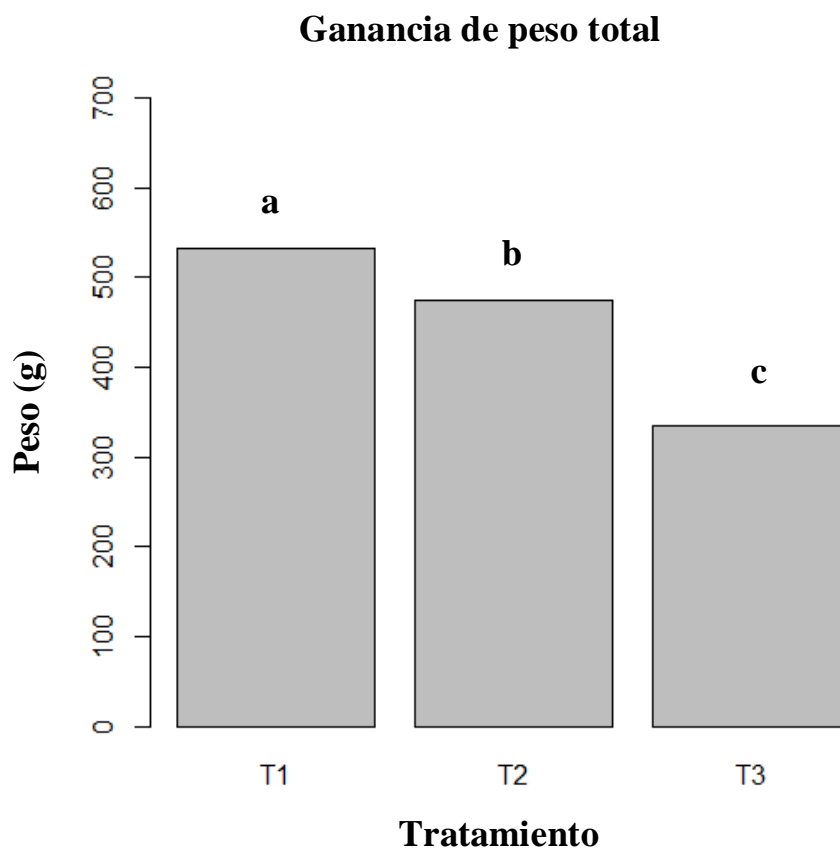


Figura 6. Prueba de Tukey al 5 % para la variable ganancia de peso total (g) en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0,05$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

5.2.2. Ganancia de peso diario

Según el análisis de varianza de la Tabla 15, se puede observar alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación moderado de 19% que permite determinar homogeneidad en la toma de datos y una variabilidad aceptable.

Tabla 15.

Análisis de varianza para la variable ganancia de peso diario en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Modelo | 79,17 | 2 | 39,58 | 6501 | 9,81E-11 | *** |
| Tratamientos | 79,17 | 2 | 39,58 | 6501 | 9,81E-11 | *** |
| Residuales | 0,04 | 6 | 0,01 | | | |
| C.V. | 19% | | | | | |

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación.

Ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$), *= Diferencia significativa ($p < 0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

En los datos de la figura 7, prueba Tukey al 5% en relación a la variable ganancia de peso diario, se puede observar tres rangos de significancia, en donde en el grado (a), muestra en primer lugar al tratamiento T1 (Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), con valores diarios entre 18 y 19 g; seguido por T2 (luminosidad 24 horas de luz led), grado (b), con valores entre 15 y 16 g respectivamente, con pesos ganados entre los 500 y 600 g. Frente al testigo T3 testigo (luminosidad convencional), grado (c), respectivamente con valores entre 10 y 12 g con lo que se corrobora el peso total obtenido para cada tratamiento, resultados que se asemejan a los de Núñez (2017), quien en su investigación “Comportamiento productivo y cuantificación de la biomasa residual disponible en un sistema cavícola”..., con dietas en niveles de 160 g y 200 g de alfalfa más una cantidad de concentrado obtuvieron mayor ganancia de peso diario (9,59 y 9,25 g respectivamente), que las dietas con 80 y 120 g de alfalfa más concentrado (7,9 y 8,36 g respectivamente).

Confirmando así, lo expuesto por Huaraca (2019), quien sostiene que la iluminación artificial se ha utilizado para afectar el metabolismo y mejorar el rendimiento productivo de animales de producción, promoviendo el crecimiento y desarrollo en diferentes especies desde 1950.

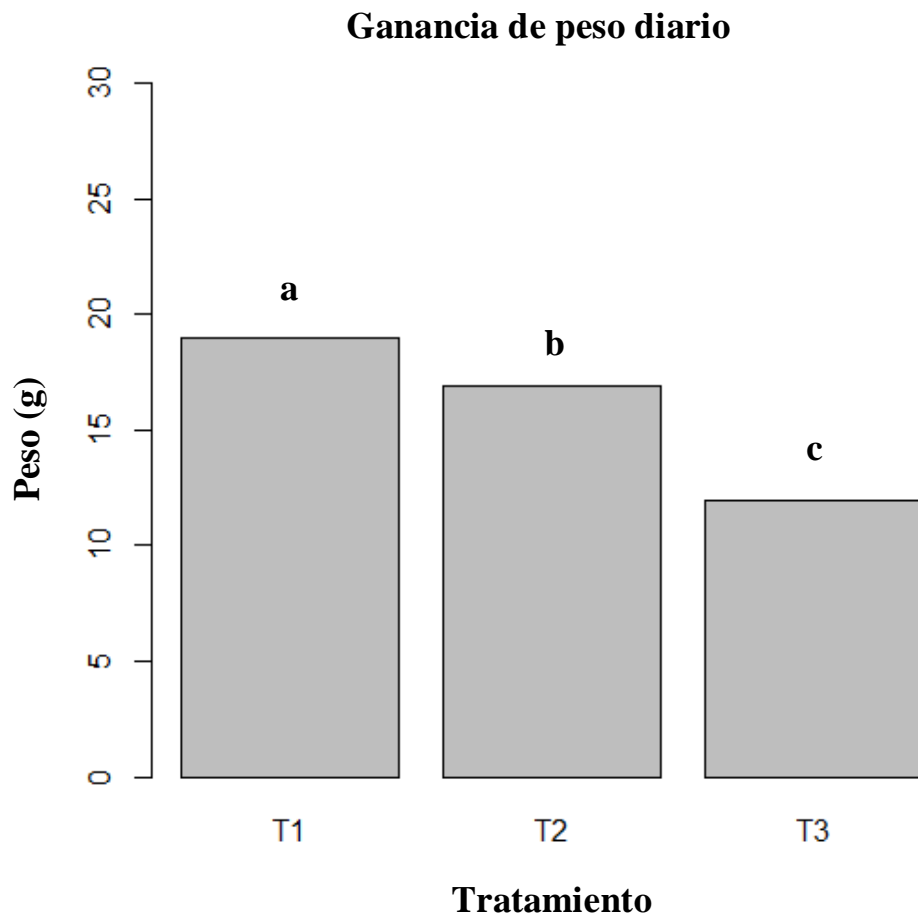


Figura 7. Prueba de Tukey al 5 % para la variable ganancia de peso diario (g) en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0,05$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

5.2.3. Conversión Alimenticia

Según el análisis de varianza de la Tabla 16, se puede observar alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación moderado de 9 % que permite determinar homogeneidad en la toma de datos y una variabilidad aceptable.

Tabla 16.

Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Modelo | 4,464 | 2 | 2,2318 | 2042 | 3,16E-09 | *** |
| Tratamientos | 4,464 | 2 | 2,2318 | 2042 | 3,16E-09 | *** |
| Residuales | 0,007 | 6 | 0,0011 | | | |
| C.V. | 9% | | | | | |

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación.

Ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

En los datos de la figura 8, prueba Tukey al 5% en relación a la variable conversión alimenticia, se puede observar tres rangos de significancia, en donde en el grado (c), se encuentra T1(Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), quien tuvo un promedio de 6,68 resultado semejante al de Zaldívar (1997), quien en una de sus investigaciones realizadas en cuyes, obtuvo una conversión alimenticia de 6,80 en cuyes que fueron alimentados con alfalfa más vitamina C durante su etapa de engorde, tendiendo entonces un promedio de T1 menor en relación al T2 (luminosidad 24 horas de luz led), grado (b) con 7,92 y el T3 testigo (luminosidad convencional), grado (a), con 8,34 respectivamente, se interpreta entonces que el mejor tratamiento es el T1, ya que tal y como afirma Quintuña (2019), a menor valor de la

conversión alimenticia, el tratamiento aplicado se considera el mejor en relación al alimento brindado frente a la ganancia de peso obtenida.

Confirmando así, lo expuesto por Delgado (2016), quien asegura que la duración de horas luz estimula Sistema Nervioso Central (S.N.C.) del cuy, haciendo que el animal consuma más alimento y alcance su peso óptimo al sacrificio en menos tiempo, reflejando de esta forma obtener una incidencia positiva en la conversión alimenticia del mismo y confirmando a la vez, que la presente investigación provee una alternativa viable y eficaz para mejorar el manejo del cobayo y reducir costos de producción, tanto para pequeños como grandes productores.

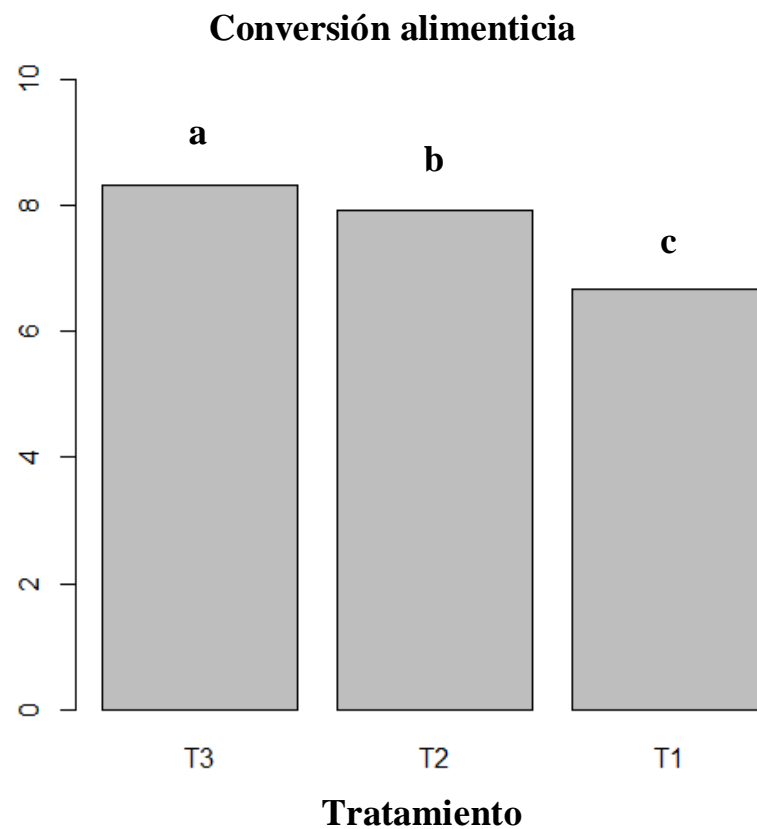


Figura 8. Prueba de Tukey al 5 % para la variable conversión alimenticia en cuyes en etapa de engorde (semana 4 a 8).

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0,05$).

Fuente: Rstudio, (2021)

Elaborado por: La autora.

5.3. Socialización de resultados

Para realizar la socialización de la investigación se procedió a enviar la cordial invitación a docentes y alumnos de la Escuela de Ciencia Agrícolas y Ambientales de la PUCE-SI, dicha socialización se llevó a cabo el día 28/04/2021 a las 16:00h mediante una videoconferencia por la plataforma Meet, en donde se dio a conocer los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación a 17 personas. Al finalizar la presentación, se envió un enlace a los participantes para que llenaran las encuestas pertinentes, obteniendo de esta manera los siguientes resultados:

5.3.1. Organización del evento de socialización

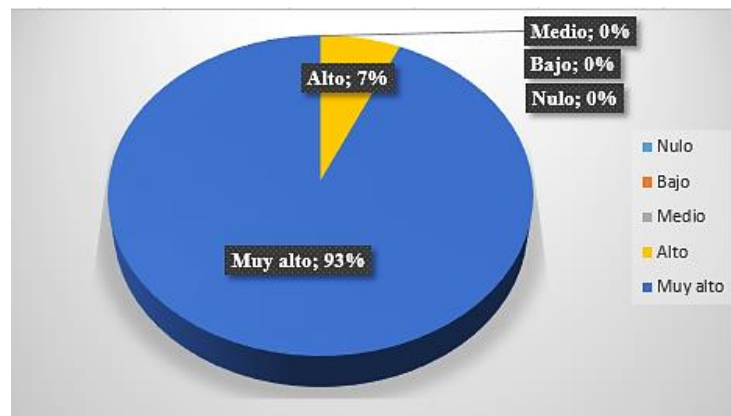


Figura 9. ¿Considera usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 9, se puede apreciar que el 93% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 7% se inclinó por un nivel alto de satisfacción respecto a la sala de exposición.

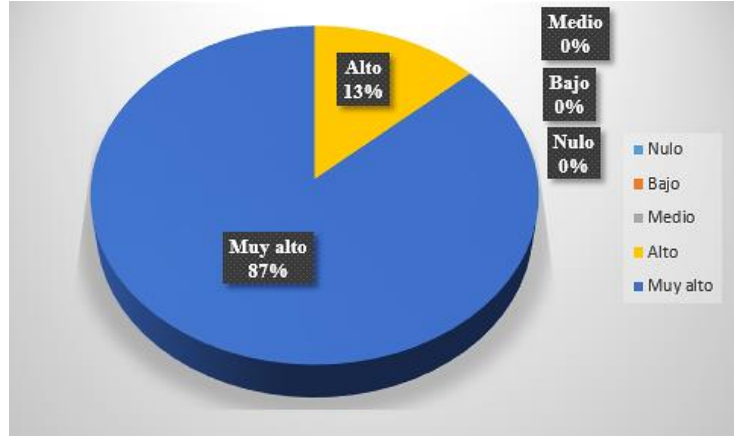


Figura 10. ¿Considera usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 10, se puede apreciar que el 87% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 13% se inclinó por un nivel alto de satisfacción respecto al material audiovisual de la presentación.

5.3.2. Ejecución del evento por parte del expositor

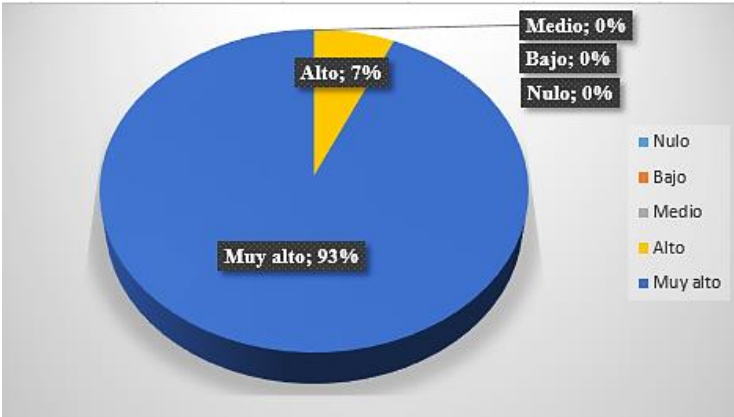


Figura 11. ¿Considera usted que el expositor mostró dominio del tema?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 11, se puede apreciar que el 93% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 7% se inclinó por un nivel alto de satisfacción respecto al dominio del tema por parte del expositor.

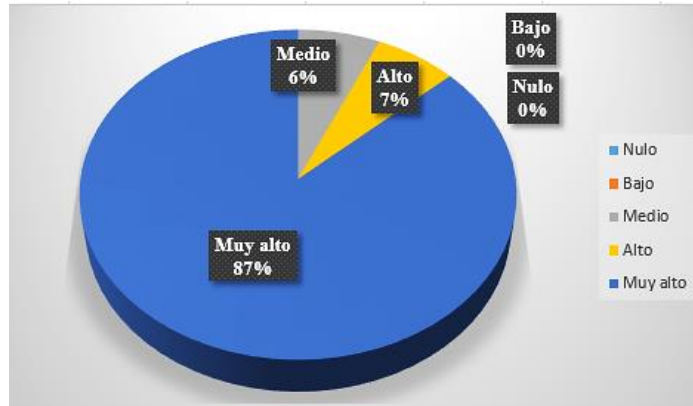


Figura 12. ¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 12, se puede apreciar que el 87% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 7% se inclinó por un nivel alto de satisfacción y el 6% optó por un nivel medio con respecto al manejo del auditorio por parte del expositor.

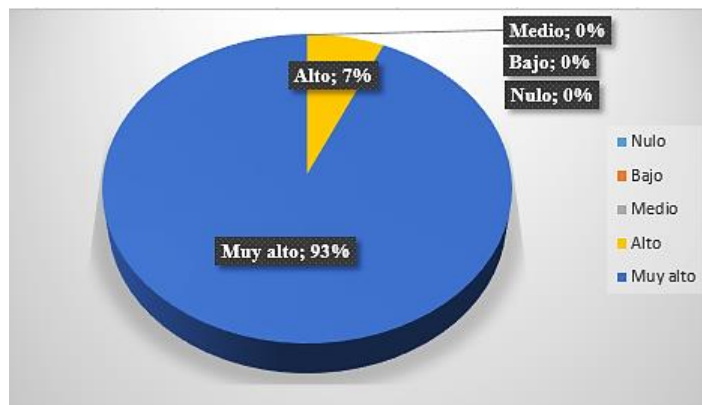


Figura 13. ¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 13, se puede apreciar que el 93% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 7% se inclinó por un nivel alto de satisfacción respecto a la facilidad de expresión del expositor.

5.3.3. Medición del impacto de investigación

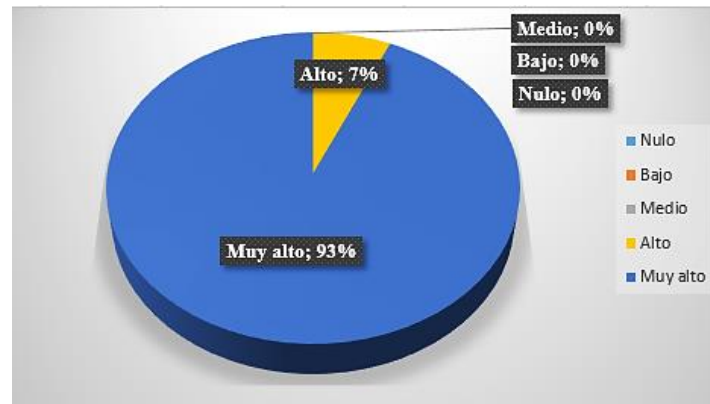


Figura 14. ¿Considera usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?

Elaborado por: La autora.

En la Figura 14, se puede apreciar que el 93% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 7% se inclinó por un nivel alto de satisfacción respecto a la relevancia del tema de investigación para algún actor y/o sector de la sociedad.

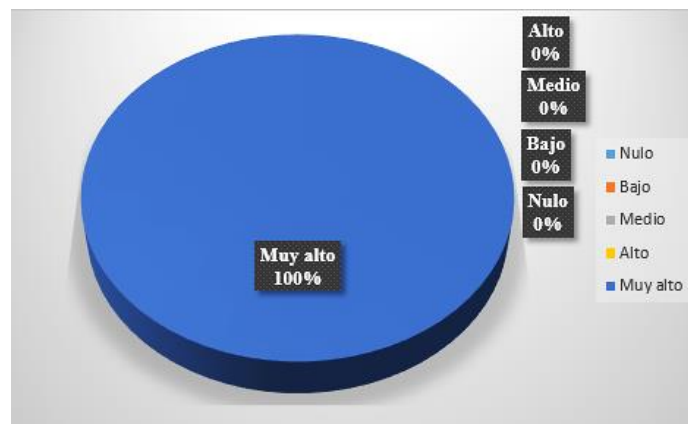


Figura 15. ¿Considera usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?

Elaborado por: La autora.

En la Figura 15, se puede apreciar que el 100% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad en lo referente a la perspectiva que posee la investigación para estudios complementarios posteriores.

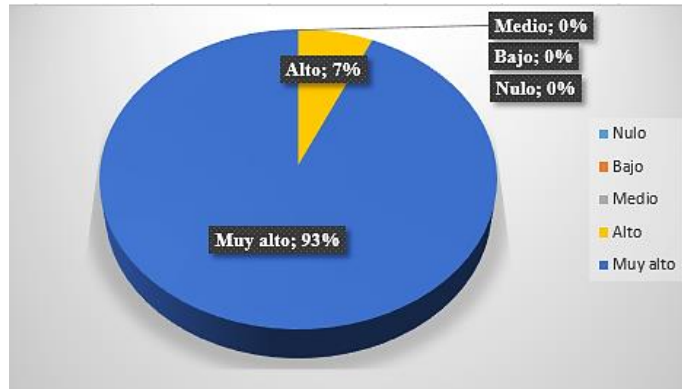


Figura 16. ¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 16, se puede apreciar que el 93% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad, mientras que el 7% se inclinó por un nivel alto de satisfacción referente a si el tema investigado genera beneficios.

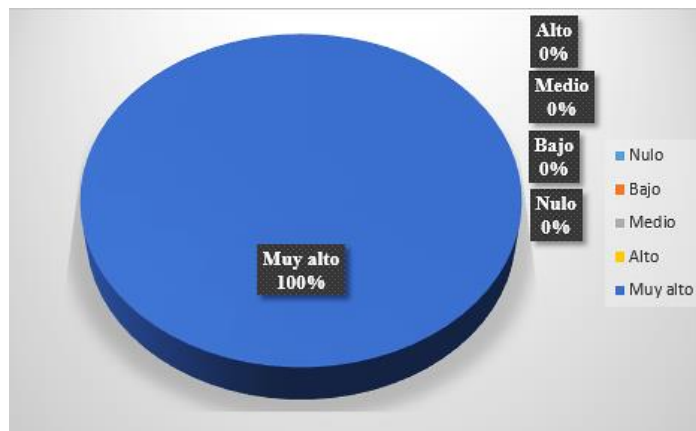


Figura 17. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que éstos se cumplieron?
Elaborado por: La autora.

En la Figura 17, se puede apreciar que el 100% de los participantes manifestaron un nivel muy alto de conformidad en lo referente al cumplimiento de objetivos planteados.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- El efecto obtenido mediante el estímulo lumínico en el consumo de alimento realizado por los cuyes durante la fase experimental de la investigación, misma que tuvo una duración de 28 días, reflejó un mayor consumo para el T1 (Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), y T2 (24 h luz led), con un promedio de (3.500 g), en relación al T3 (2.800 g). Evidenciando que las horas luz a las que estuvieron expuestos los cuyes, tuvieron un efecto positivo sobre el consumo de alimento de los mismos.
- El tratamiento con mayor ganancia de peso fue el T1 (Luminosidad 8 h de sombra y 16 h luz led), con valores diarios entre 18 y 19 g; seguido por T2 (luminosidad 24 horas de luz led), con valores entre 15 y 16 g respectivamente, con pesos ganados entre los 500 y 600 g. Frente al testigo T3 testigo (luminosidad convencional), grado (c), con valores entre 10 y 12 g respectivamente, con una ganancia de peso de entre los 300 g.
- En cuanto a la conversión alimenticia, el T1(Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led), fue el mejor tratamiento, con un promedio de (6,68), siendo menor al T2 (luminosidad 24 horas de luz led), con (7,92) y el T3 testigo (luminosidad convencional), con (8,34), es importante mencionar en este contexto que entre más bajo sea el valor de la conversión alimenticia, es mejor; ya que significa que el animal necesitó menos alimento para ganar 1 Kg de peso.
- Lo expuesto anteriormente permite concluir que los tratamientos T1 (Luminosidad 8h de sombra y 16 h luz led) y T2 (24 h luz led), fueron los mejores, siendo el T1 el tratamiento más recomendable a emplear en la etapa de engorde de los cuyes, ya que contribuye positivamente en la producción del animal durante su etapa de engorde generando una eficiente conversión alimenticia, por tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada (H1), la misma que hace referencia a que las horas luz tienen una incidencia significativa en la conversión alimenticia de los cuyes.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- La metodología empleada en la presente investigación puede ser aplicada a futuro en nuevas investigaciones debido a la importancia de ahondar en el efecto de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy en etapa de engorde, así también, determinar de manera técnica y cierta los niveles de luz capaces de generar un incremento en la producción del mismo.
- Para futuras investigaciones en cuyes se sugiere que cada suministro y residuo de alimento sea tomado sin precipitaciones, ya que esta información es proporcional al resultado final en la C.A, así también el pesaje realizado a los animales debe tomarse de manera ordenada y en horas de la mañana (en ayunas), logrando de esta manera obtener resultados de peso reales.
- Estos parámetros productivos investigados en cuyes deben investigarse también en otros animales, tales como cerdos y ovejas en donde hasta el día de hoy únicamente se ha empleado la luz para fines reproductivos.
- Para obtener un menor costo de producción de grandes y pequeños productores se debe utilizar una dieta alimenticia mixta, la cual en este caso no se empleó y es posible que genere un mayor y positivo impacto, en vista de que constituye una alternativa completa y eficiente para la nutrición del cuy.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avalos, C. R. (2010). *Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80%) mas alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes*. [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Baizán, P. G. (2015). *Comparativa de alternativas de bajo coste para medición de irradiancia solar*. [Tesis de pregrado]. Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar
- Bautista, S. V. (2018). *Evaluación de tres tecnicas de castración en cuyes (Cavia porcellus) y su influencia en el comportamiento y productividad*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Guayaquil.
- Billie, V. R. (2019). *Efecto de las dosis de un inmunoestabilizador en cuyes machos destetados sobre el incremento de peso y rendimiento de carcasa Huancayo-2017*. [Tesis de pregrado]. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Cárdenas, Á. (2014). *¿Que son los lúmenes y para qué sirven?*. Barcelonaed. <https://www.barcelonaed.com/blog/informacion-led/que-son-los-lumenes-y-para-que-sirven/>
- Castañeda, N. (2015). *Crianza tecnificada de cuyes*. [Tesis de pregrado]. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Castelló, J. A. (2013). *Instalaciones de Iluminancia en los Criaderos De Pollos*. Selecciones Avícolas. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2013/4/7249-instalaciones-de-iluminacion-en-los-criaderos-de-pollos.pdf>
- Castro, M. (2018). *Eficiencia de la melatonina sobre los parámetros reproductivos en ovejas sincronizadas*. [Tesis de pregrado]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

- Clavijo, D. (2019). *El Iris*. Medlineplus. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002386.htm#:~:text=El%20iris%20es%20la%20parte,luz%20que%20entra%20al%20ojo>.
- Craig, M. (2021). *¿Cuánto Dura Un Día En El Ecuador?* Datos mundial. <https://es.ripleybelieves.com/how-long-is-day-at-equator-9223>
- Cedeño, P. (2015). *Determinación de la influencia de dos fuentes de iluminación eléctrica sobre los parámetros productivos en pollos de engorde*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Guayaquil.
- Delgado, V. A. Z. (2016). *Análisis productivo, índice de conversión alimenticia y mortalidad en cuyes durante el periodo de engorde, manejado en pozas y jaulas*. [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca.
- Domínguez, J. M. (2018). *Encuentro Internacional de Intercambio de Conocimientos y Experiencias en la Producción de Cuyes*. INIAP. <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/encuentro-internacional-de-intercambio-de-conocimientos-y-experiencias-en-la-produccion-de-cuyes-es-desarrollado-por-el-iniap/>
- Estupiñan, E. (2003). *Crianza y manejo de cuyes*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- FAO. (2000). *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. <http://www.fao.org/3/V5290S/v5290s00.htm#TopOfPage>
- Farbiopharma. (2021). *Fulltrex*. Farbiopharma. <https://farbiopharma.com/producto/fulltrex-2/>
- Garzón, J., y Landin, M. (2013). Mapa Luminico. *Articulo Ecuador*, Vol. (1), Issue (5).
- Gualavisi, S. (2012). *Evaluación de cuatro niveles de levadura de cerveza (saccharomyces cerevisiae) al 18, 17, 16 y 15% como sustituto proteico parcial de la soya (glycine max)*

- en la alimentación de cuyes (cavia porcellus) en la etapa inicial, desarrollo y acabado.*
[Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana de Quito, Quito, Ecuador.
- Gutiérrez, J. (1996). La variación y su significado. *Revista Universidad EAFIT*, 32(101), 87–96.
- Grande, D. (2015). Fotoperiodo y Reproducción. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 16(2), 39–55.
<https://doi.org/10.1377/hlthaff.2013.0625>
- Earth, G. (10 de 2020). *Horizonte geográfico de la investigación.* Google earth.
<https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Herrera, J. (2019). *Construcción de Un Luxometro Automotriz Portatil Digital, Implementando TLE 6368C*, 53. [Tesis de pregrado]. Instituto Tecnológico Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Huaraca, V. L. (2019). *Efecto del color de luz sobre la respuesta productiva de pollos de carne provenientes de los edades de reproductoras.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Lamocuri, A. (2013). Crianza de cuy trae grandes beneficios. *Diariocorreo.pe*.
<https://diariocorreo.pe/economia/crianza-de-cuy-trae-grandes-beneficios-177195/?ref=dcr>.
- León, Z., Silva, E., Wilson, A., y Callacna, M. (2016). Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. *Scielo*. Vol (7). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172016000400014
- Mariño, D., Mariño, G., y Sandro, G. (2010). Buenas prácticas pecuarias en la cría de cuyes. *Ministerio de Agricultura de Perú*. (1–67), pp-pp.
<https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/crianza/cuyes.pdf>

- Matheus, N., Mendoza, C., Mesonero, J., y Alcalde, A. (2018). La melatonina un potente inmunomodulador. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*. (45-51), pp-pp. <https://revistacmvl.jimdofree.com/suscripci%C3%B3n/volumen-3/melatonina/>
- Mentor, A. (2013). *Evaluación Del Efecto De Tres Niveles De Harina De Fideo (10, 20 Y 30%) En La Alimentación De Cuyes Mejorados Durante El Crecimiento Y Engorde*. [Tesis de pregrado]. Universidad Católica de Santa María.
- Meza, G. A., Cabrera, R. P., Morán, J. J., Meza, F. F., Cabrera, C. A., Meza, C. J., Meza, J. S., Cabanilla, M. G., López, F. X., & Pincay, J. L. (2014). *Mejora de engorde de cuyes (Cavia Porcellus L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador*. [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Terapacá, 32(3), 75–80. Chile.
- Miranda, S. (2016). Luz en Avicultura Comercial. *Comunidad de Engormix*. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/luz-avicultura-comercial-t32935.htm>
- Montero, J. S. (2018). *Cirugía : IV oftalmología*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/medicina/cirugia/tomo_iv/esclrera.htm
- Núñez, C. B. (2017). *Comportamiento productivo y cuantificación de la biomasa residual disponible en un sistema cavícola*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato.
- OMS. (2015). *¿Qué medidas sencillas pueden tomarse para protegerse del sol?* Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/features/qa/40/es/>
- Orellana, J. R. (2020). *Cayambe*. Instituto Geofísico - EPN. <https://www.igeppn.edu.ec/cayambe>
- Ortega, W., y Silva, L. (2018). *Implementación de galpones para tecnificar y aumentar la producción del cuy en las granjas del municipio de guaitarilla del departamento de*


- Nariño. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Ortiz, J. C. (2010). *Evaluación de cebada hidropónica (Hordeum vulgare), maíz hidropónico (Zea mays), alfalfa (Medicago sativa) y mezcla forrajera en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), en Antonio Ante, Provincia Imbabura*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte.
- Osorio, F. J. (2004). *Evaluación del espacio vital de Cobayos mejorados criador en pozos en el valle del Mantaro*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Mayor San Marcos.
- Oviedo, C. (2018). *Cuerpo ciliar: definición y funciones*. Baviera. [https://www.clinicabaviera.com/blog/cuerpo-ciliar-definicion-funciones/#:~:text=el%20humor%20acuoso%3F-,Anatom%C3%ADa%20del%20cuerpo%20ciliar,e%20iris\)%20forman%20la%20C3%BAvea](https://www.clinicabaviera.com/blog/cuerpo-ciliar-definicion-funciones/#:~:text=el%20humor%20acuoso%3F-,Anatom%C3%ADa%20del%20cuerpo%20ciliar,e%20iris)%20forman%20la%20C3%BAvea).
- Pedromo, R. (2017). *La vista*. Facultad.efn.uncor.edu. <http://www.facultad.efn.uncor.edu/webs/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Los%20Sistemas/Nervioso/Periferico/Sentidos/Vista.htm>
- Pozo, V. (2014). *Evaluar la influencia de vitamina C en cuyes de engorde (Cavia porcellus) en la comunidad de Guananguicho cantón San Pedro de Huaca-Carchi*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Quintuña, M. E. (2019). *Evaluación de parámetros zootécnicos a distintas edades del destete en engorde de cobayos (Cavia porcellus)*. [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Quishpe, G. S. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura*. [Tesis de pregrado]. Universidad Zamorano.
- Ramos, L. (2017). *Evaluación de dos sistemas de producción de cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

- Robalino, G. (2012). *Influencia de la luminosidad en el engorde de cuyes machos (Cavia porcellus) Peruano mejorado*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Rondón, E. (2013). Efecto de la luz en pollos de engorde. *Portalveterinaria*. <https://www.portalveterinaria.com/avicultura/articulos/10110/el-efecto-de-la-luz-en-los-pollos-de-engorde.html>
- Rstudio. (2021). *Análisis de varianza y prueba tukey al 5%*. Rstudio paquete estadístico versión 3.4.4. <https://www.rstudio.cl/home/>
- Sánchez V., R., Jiménez A., R., Huamán U., H., Bustamante L., J., & Huamán C., A. (2013). Respuesta productiva y económica al uso de cuatro tipos de bebederos y a la adición de vitamina C en la crianza de cuyes en época seca en el valle del Mantaro. In *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* (Vol. 24, Issue 3). <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i3.2576>
- Santos, F. (2011). Alternativa Ecológica. *Un espacio dedicado a la promoción de Agricultura Ecológica en el ámbito urbano y rural*. <http://ecosiembra.blogspot.com/2011/05/jaulas-para-cuyes.html>
- Santos, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Bioline Agrosciences, Vol (15)*, (216–217), pp-pp. <http://www.bioline.org.br/pdf?la07056>
- Torres, R. (2019). *Red de módulos XBEE para el control y monitoreo de temperatura e intensidad luminosa para criaderos avícolas mediante modo API con visualización HMI*. [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica Israel.
- Ureña, F. (2016). *Endocrinología de la actividad reproductiva en pequeños rumiantes*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Córdoba.
- Varas, P. S., y Menge, F. W. (2017). *Periodo de Transición*. [Tesis de pregrado]. Universidad Austral de Chile.


- Velásquez, M. B. (2019). *Cómo transportar a los cobayos de forma segura*. wikiHow. <https://es.wikihow.com/transportar-a-tu-cobayo-en-auto-de-forma-segura>
- Yupanqui, V. Q. (2019). *Efecto de la Harina de maca (Lepidium peruvianum Chacón) sobre algunos parámetros reproductivos del cuy mejorado*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Zaldívar, L. C. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 138. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [FAO].
- Zapata, A. E. (2019). Rol del factor de diferenciación neuronal NeuroD1 en la síntesis y secreción de melatonina. *Scielo. Journal of Experimental Psychology: General*. Vol (19), http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572017000300011

ANEXOS


Anexo 1. Rótulo de unidad experimental correspondiente al Tratamiento 1.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>TEMA: “Incidencia de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en etapa de engorde (Cayambe – Pichincha)”.</p> <p>AUTORA: Evelin Lizeth Ruiz Villacis</p> <p>TRATAMIENTO N° 1</p> <p>LUMINOSIDAD 8 HORAS SOMBRA Y 16 HORAS LUZ.</p> |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Anexo 2. Rótulo de unidad experimental correspondiente al Tratamiento 2.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>TEMA: “Incidencia de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en etapa de engorde (Cayambe – Pichincha)”.</p> <p>AUTORA: Evelin Lizeth Ruiz Villacis</p> <p>TRATAMIENTO N° 2</p> <p>LUMINOSIDAD 24/7 HORAS LUZ.</p> |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Anexo 3. Rótulo de unidad experimental correspondiente al Tratamiento 3 (testigo).

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>TEMA: “Incidencia de las horas luz en la conversión alimenticia del cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en etapa de engorde (Cayambe – Pichincha)”.</p> <p>AUTORA: Evelin Lizeth Ruiz Villacís</p> <p style="text-align: center;">TRATAMIENTO N° 3 (Testigo)</p> <p style="text-align: center;">LUMINOSIDAD CONVENCIONAL (HORAS LUZ Y HORAS SOBRA DEL DIA).</p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Anexo 4. Formato guía para encuesta de socialización on line de resultados obtenidos.

| | | | |
|------------------|-----------------------------|--------------|--|
| FECHA | 28 de abril del 2021 | | |
| EXPOSITOR | Evelin Lizeth Ruiz Villacís | | |
| LUGAR | DENTRO PUCESI | FUERA PUCESI | |

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

| DETALLE DE VALORACIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN: | | | | | |
| 1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias? | | | | | |
| 2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado? | | | | | |
| EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR | | | | | |
| 3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema? | | | | | |
| 4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado? | | | | | |
| 5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión? | | | | | |
| MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN: | | | | | |
| 6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad? | | | | | |
| 7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores? | | | | | |
| 8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución? | | | | | |
| 9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron? | | | | | |
| REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO | | | | | |
| | | | | | |
| MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO | | | | | |

Anexo 5. Pesos obtenidos de los tratamientos T1, T2 y T3 al iniciar y finalizar la fase experimental.

| # Tratamiento | # Jaula | # Arete | Peso inicial (g) | peso final (g) |
|---------------|---------|---------|------------------|----------------|
| T1 | r1 | 2 | 364 | 901 |
| | | 44 | 362 | 900 |
| | | 26 | 362 | 896 |
| | | 34 | 364 | 900 |
| | | 29 | 363 | 896 |
| | r2 | 82 | 362 | 892 |
| | | 52 | 363 | 894 |
| | | 49 | 364 | 890 |
| | | 92 | 363 | 891 |
| | | 66 | 363 | 896 |
| | r3 | 91 | 362 | 897 |
| | | 97 | 364 | 891 |
| | | 76 | 361 | 895 |
| | | 57 | 363 | 892 |
| | | 79 | 362 | 893 |
| T2 | r1 | 98 | 364 | 837 |
| | | 67 | 363 | 834 |
| | | 77 | 362 | 834 |
| | | 35 | 364 | 837 |
| | | 71 | 365 | 841 |
| | r2 | 99 | 363 | 840 |
| | | 6 | 362 | 836 |
| | | 64 | 360 | 836 |
| | | 85 | 363 | 841 |
| | | 62 | 362 | 837 |
| | r3 | 23 | 365 | 836 |
| | | 59 | 364 | 840 |
| | | 84 | 363 | 835 |
| | | 78 | 361 | 836 |
| | | 75 | 362 | 838 |
| T3 | r1 | 54 | 362 | 694 |
| | | 9 | 366 | 699 |
| | | 3 | 362 | 698 |
| | | 72 | 369 | 700 |
| | | 93 | 364 | 697 |
| | r2 | 48 | 363 | 698 |
| | | 63 | 362 | 695 |
| | | 12 | 363 | 695 |
| | | 28 | 364 | 700 |
| | | 33 | 363 | 697 |
| | r3 | 45 | 361 | 697 |
| | | 46 | 363 | 697 |
| | | 36 | 363 | 701 |
| | | 47 | 361 | 698 |
| | | 50 | 362 | 697 |

Anexo 6. Base de datos sobre los parámetros productivos obtenidos al terminar la fase experimental.

| # Tratamiento | # Jaula | # Arete | Ganancia de peso total/cuy (g) | Alimento consumido (g) | Conversión alimenticia |
|---------------|---------|---------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| T1 | r1 | 2 | 537 | 3565 | 6,64 |
| | | 44 | 538 | 3556 | 6,61 |
| | | 26 | 534 | 3551 | 6,65 |
| | | 34 | 536 | 3564 | 6,65 |
| | | 29 | 533 | 3549 | 6,66 |
| | r2 | 82 | 530 | 3556 | 6,71 |
| | | 52 | 531 | 3552 | 6,69 |
| | | 49 | 526 | 3555 | 6,76 |
| | | 92 | 528 | 3548 | 6,72 |
| | | 66 | 533 | 3549 | 6,66 |
| | r3 | 91 | 535 | 3552 | 6,64 |
| | | 97 | 527 | 3557 | 6,75 |
| | | 76 | 534 | 3556 | 6,66 |
| | | 57 | 529 | 3549 | 6,71 |
| | | 79 | 531 | 3557 | 6,70 |
| T2 | r1 | 98 | 473 | 3760 | 7,95 |
| | | 67 | 471 | 3758 | 7,98 |
| | | 77 | 472 | 3761 | 7,97 |
| | | 35 | 473 | 3750 | 7,93 |
| | | 71 | 476 | 3755 | 7,89 |
| | r2 | 99 | 477 | 3758 | 7,88 |
| | | 6 | 474 | 3758 | 7,93 |
| | | 64 | 476 | 3760 | 7,90 |
| | | 85 | 478 | 3757 | 7,86 |
| | | 62 | 475 | 3747 | 7,89 |
| | r3 | 23 | 471 | 3753 | 7,97 |
| | | 59 | 476 | 3760 | 7,90 |
| | | 84 | 472 | 3757 | 7,96 |
| | | 78 | 475 | 3757 | 7,91 |
| | | 75 | 476 | 3755 | 7,89 |
| T3 | r1 | 54 | 332 | 2788 | 8,40 |
| | | 9 | 333 | 2790 | 8,38 |
| | | 3 | 336 | 2785 | 8,29 |
| | | 72 | 331 | 2787 | 8,42 |
| | | 93 | 333 | 2790 | 8,38 |
| | r2 | 48 | 335 | 2787 | 8,32 |
| | | 63 | 333 | 2790 | 8,38 |
| | | 12 | 332 | 2785 | 8,39 |
| | | 28 | 336 | 2785 | 8,29 |
| | | 33 | 334 | 2788 | 8,35 |
| | r3 | 45 | 336 | 2788 | 8,30 |
| | | 46 | 334 | 2792 | 8,36 |
| | | 36 | 338 | 2788 | 8,25 |
| | | 47 | 337 | 2783 | 8,26 |
| | | 50 | 335 | 2790 | 8,33 |

Anexo 7. Elaboración de jaulas.



Anexo 8. Disolución de Fulltrex en una bomba manual para desinfección del galpón y jaulas.



Anexo 9. Desinfección de paredes, pisos, puertas, ventanas y jaulas del galpón



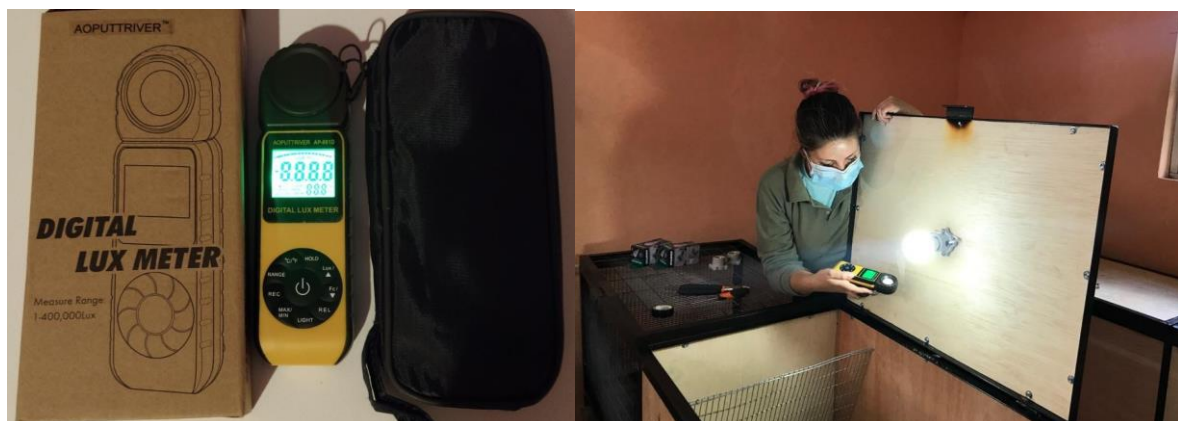
Anexo 10. Compra de materiales para la adecuación del programa lumínico.



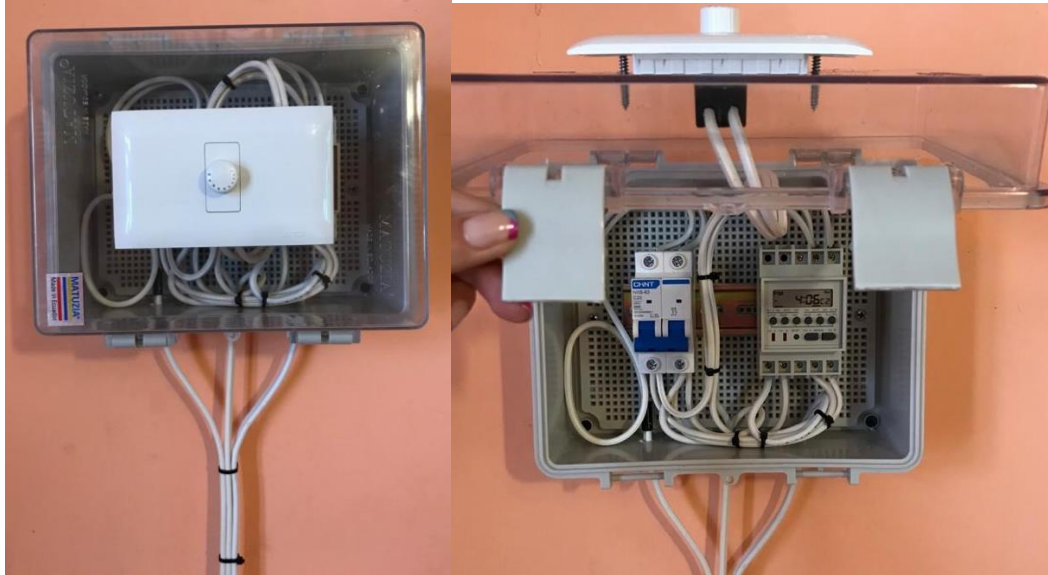
Anexo 11. Instalación y adecuación del programa lumínico en cada Tratamiento Experimental.



Anexo 12. Compra de Luxómetro digital y medición de la intensidad lumínica de los Tratamientos.



Anexo 13. Dimmer regulador de la intensidad de energía que emite cada foco, programador de eventos y breaker para riel din.



Anexo 14. Unidades experimentales adecuadas en base al tratamiento de lumínico correspondiente



Anexo 15. Rotulado de jaulas en base a cada tratamiento experimental correspondiente.



Anexo 16. Compra, limpieza y desinfección de gavetas a ser empleadas en el transporte de los animales.



Anexo 17. Selección de cuyes *Cavia porcellus* en base a línea genética, sexo y edad.



Anexo 18. Pesaje de cuyes *Cavia porcellus* con la finalidad de obtener datos uniformes.



Anexo 19. Distribución aleatoria de los animales en las jaulas.



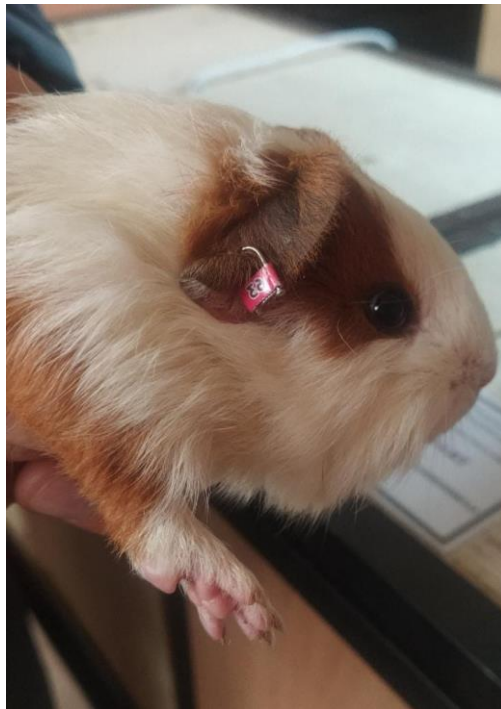
Anexo 20. Aplicación de talco Opigal 5 contra parásitos externos en los animales.



Anexo 21. Asignación de código numérico grabado en un arete metálico a cada cuy.



Anexo 22. Cuy areteado.



Anexo 23. Medición de Grados Lux en jaulas con luz convencional.



Anexo 24. Medición de Grados Lux En jaulas con tratamientos de luz artificial.



Anexo 25. Fotografía del galpón tomada en la noche, se puede apreciar las diferentes jaulas con tratamiento lumínico.



Anexo 26. Alfalfa empleada en la alimentación de los cuyes.



Anexo 27. Pesaje de alfalfa previo a cada suministro de alimento diario por jaula.



Anexo 28. Suministro de alimento.



Anexo 29. Pesaje diario del sobrante de alimento de cada unidad experimental.



Anexo 30. Pesaje semanal realizado a cada cuy.



Anexo 31. Órgano reproductor masculino del cuy.



Anexo 32. Limpieza y desinfección diaria de bandejas.



Anexo 33. Socialización de resultados

