

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



La hemoglobina en la alimentación de “cuyes” *Cavia porcellus*
(Linnaeus, 1758), y su efecto en el crecimiento y engorde, Segunda
Jerusalén, Rioja

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL**

AUTORES

Neliria Gisela Quinde Chumacero

Nixon Martin Arana Vargas

ASESOR

José Víctor Ruíz Ccance

Rioja, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 014 - 2024/UCSS/FCAA/DI

Siendo las 10:00 a.m. del lunes 18 de marzo de 2024 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. René Alfredo Pinazo Herencia | presidente |
| 2. José Luis Sosa León | primer miembro |
| 3. Juan José Monroy Ramos | segundo miembro |
| 4. José Víctor Ruiz Ccancce | asesor(a) |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **La hemoglobina en la alimentación de "cuyes" *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758), y su efecto en el crecimiento y engorde, Segunda Jerusalén, Rioja** que presentan los bachilleres en Ciencias Agrarias con mención Forestal, **Neliria Gisela Quinde Chumacero y Nixon Martin Arana Vargas** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agrario con mención Forestal**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el jurado acuerda:

APROBAR **X**
DESAPROBAR ...

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente acta al decanato de la Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL.

Lima, 18 de marzo de 2024.

René Alfredo Pinazo Herencia
Presidente

José Luis Sosa León
1° miembro

Juan José Monroy Ramos
2° miembro

José Víctor Ruiz Ccancce
Asesor(a)

Anexo 2**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Ciudad, Lima 08 de junio de 2024

Señor,
Wilfredo Mendoza Caballero
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis**, bajo mi asesoría, con título: La hemoglobina en la alimentación de "cuyes" *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758), y su efecto en el crecimiento y engorde, Segunda Jerusalén, Rioja. Presentado por los bachilleres Neliria Gisela Quinde Chumacero (código de estudiante 2014101865 y DNI: 71699411) y Nixon Martín Arana Vargas (código de estudiante 2015101140 y DNI 71109256) para optar el título profesional/grado académico de Ingiiero Agrario con Mención Forestal, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %** (poner el valor del porcentaje). * Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Víctor Ruiz Ccance', is centered on the page.

Firma

José Víctor Ruiz Ccance

DNI N°: 10150044

ORCID: 0000-0002-2804-6233

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios por darme la vida, salud, sabiduría y guiar mi camino para concluir satisfactoriamente mis estudios universitarios, seguidamente a mis padres; Julio Cesar Quinde Sarango y Tempora Chumacero Ruiz, quienes estuvieron conmigo siendo mi apoyo y sostén durante esta etapa de mi vida, los amo.

Neliria G. Quinde Chumacero.

Dedico el presente trabajo a mis padres: José Arana López y Delicia Vargas Tuesta, quienes me brindaron su apoyo incondicional en este proceso de formación personal y profesional.

A mi esposa, Tany Vásquez Limay, por su amor, paciencia y apoyo para lograr cumplir esta meta tan importante en mi vida profesional.

Nixon M. Arana Vargas

AGRADECIMIENTO

Los investigadores, expresan agradecimientos:

A Dios por darnos la sabiduría y la inteligencia para poder cumplir con éxito una más de nuestras metas.

A nuestro asesor, Ing. José Víctor Ruíz Ccance por guiarnos y apoyarnos con paciencia a lo largo de la investigación.

A la empresa BARBIGORD por proveernos con los insumos y apoyarnos en la formulación de las raciones experimentales del proyecto.

A la granja NITA por brindarnos un espacio dentro de su galpón para la ejecución de presente proyecto de investigación.

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae y a todos los docentes que nos compartieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo así a nuestra formación personal y profesional.

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. Internacionales.....	5
1.1.2. Nacionales.....	8
1.2. Bases teóricas especializadas.....	14
1.2.1. El cuy.....	14
1.2.2. Principales tipos, fenotipos y líneas.....	16
1.2.3. Fenotipo Perú.....	17
1.2.4. Sistemas de producción.....	18
1.2.5. Sistema digestivo y características morfofisiológicas del cuy.....	20
1.2.6. Digestión de los alimentos.....	22
1.2.7. Manejo productivo del cuy.....	22
1.2.8. Nutrición y alimentación.....	23
1.2.9. Alimentos concentrados o balanceados.....	28
1.2.10. Harina de sangre.....	29

1.2.11. Hemoglobina	30
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	36
2.1. Diseño de la investigación.....	36
2.2. Lugar y fecha.....	36
2.3. Descripción de la investigación.....	38
2.3.1. Etapa Pre-experimental.....	38
2.3.2. Fase experimental.....	39
2.3.3. Etapa de gabinete.....	41
2.4. Tratamientos	41
2.5. Unidades experimentales.....	42
2.6. Identificación de las variables y su mensuración	42
2.6.1. Ganancia de peso	42
2.6.2. Consumo de alimento	43
2.6.3. Conversión alimenticia.....	43
2.6.4. Rendimiento de carcasa.....	43
2.6.5. Retribución económica.....	44
2.7. Diseño estadístico del experimento	44
2.8. Análisis de datos.....	45
2.9. Materiales y equipos.....	45
2.9.1. Insumos y aditivos	45
2.9.2. Equipos.....	46
2.9.3. Materiales de trabajo	46
2.9.4. Material biológico.....	46
CAPÍTULO III: RESULTADOS	47
3.1. Evaluación del peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la carcasa	47
3.1.1. Peso final	47
3.1.2. Ganancia de peso	49

3.1.3. Conversión alimenticia.....	51
3.1.4. Rendimiento de carcasa.....	53
3.2. Tiempo que demoran los cuyes para alcanzar el peso de comercialización.....	55
3.3. Determinación del consumo total de alimento por tratamiento.....	57
3.4. Establecer la dieta más eficiente y rentable.....	58
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	60
4.1. Evaluación del peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la carcasa	60
4.1.1. Peso final (g).....	60
4.1.2. Ganancia de peso.....	61
4.1.3. Conversión alimenticia.....	63
4.1.4. Rendimiento de carcasa.....	64
4.2. Determinación del tiempo que alcanzan los cuyes el peso de comercialización.....	65
4.3. Determinación del consumo total de alimento por tratamiento.....	66
4.4. Establecer la dieta más eficiente y rentable.....	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	68
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	70
TERMINOLOGÍA.....	79
APÉNDICES	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Contenido nutricional de la carne de cuy, comparado con otras especies</i>	15
Tabla 2. <i>Clasificación taxonómica del cuy</i>	16
Tabla 3. <i>Parámetros productivos del fenotipo Perú</i>	18
Tabla 4. <i>Requerimiento nutricional del cuy</i>	25
Tabla 5. <i>Análisis físico - químico de la hemoglobina</i>	33
Tabla 6. <i>Análisis microbiológico de la hemoglobina</i>	33
Tabla 7. <i>Perfil de aminoácidos de la hemoglobina</i>	34
Tabla 8. <i>Conformación de los tratamientos</i>	42
Tabla 9. <i>Resultados de la medición del peso final (g) obtenido en los cuyes a las 8 semanas de evaluación</i>	47
Tabla 10. <i>Análisis de varianza del peso final (g) obtenida en los tratamientos a las 8 semanas de evaluación</i>	48
Tabla 11. <i>Análisis de comparación múltiple de Tukey para la variable de peso final</i>	48
Tabla 12. <i>Resultados de la medición de la ganancia de peso (g) obtenida en los cuyes a las 8 semanas de evaluación</i>	50
Tabla 13. <i>Análisis de varianza de la ganancia de peso (g) obtenida en los tratamientos a las 8 semanas de evaluación</i>	50
Tabla 14. <i>Análisis de comparación múltiple de Tukey para la variable de ganancia de peso</i>	50
Tabla 15. <i>Resultados de la conversión alimneticia de los cuyes</i>	52
Tabla 16. <i>Resultados del analisis de variancia en la variable conversión alimenticia</i>	52
Tabla 17. <i>Resultados de la medición del rendimiento de carcasa (%) obtenida por los cuyes a las 8 semanas de evaluación</i>	54
Tabla 18. <i>Análisis de varianza del rendimiento de carcasa (%) de los cuyes obtenida en los tratamientos</i>	54
Tabla 19. <i>Análisis de comparación múltiple de Tukey para la variable de rendimiento de carcasa</i>	55

Tabla 20. <i>Resultados de medición del tiempo en el cual los cuyes alcanzan el peso de comercialización.....</i>	56
Tabla 21. <i>Resultados de la medición del consumo de alimento balanceado (g) obtenido por los cuyes a las 8 semanas de evaluación</i>	57
Tabla 22. <i>Valores del análisis de varianza en la variable consumo de aliemnto</i>	58
Tabla 23. <i>Retribución económica de las raciones con hemoglobina</i>	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Flujograma del proceso de elaboración de la Hemoglobina "LICAN CELLS"	32
<i>Figura 2.</i> Mapa geográfico de la ciudad de Segunda Jerusalén	37
<i>Figura 3.</i> Mapa geográfico de la granja familiar NITA	38
<i>Figura 4.</i> Esquema de disposición del ensayo	40
<i>Figura 5.</i> Peso final promedio (g) de los cuyes a las 8 semanas de evaluación.....	49
<i>Figura 6.</i> Ganancia de peso promedio (g) de los cuyes a las 8 semanas de evaluación	51
<i>Figura 7.</i> Conversión alimenticia de los cuyes a las 8 semanas de evaluación	53
<i>Figura 8.</i> Rendimiento de carcasa promedio (%) de los cuyes a las 8 semanas de evaluación	55
<i>Figura 9.</i> porcentaje de cuyes que alcanzaron el peso de comercialización (g) en las semanas 10,11 y 12.....	56
<i>Figura 10.</i> Consumo de alimento promedio de los cuyes (g) a las 8 semanas de evaluación	58

ÍNDICE DE APÉNDICE

	Pág.
Apéndice 1 Composición porcentual de las raciones experimentales para la etapa de crecimiento	81
Apéndice 2 Composición nutricional de las raciones experimentales para la etapa de crecimiento	82
Apéndice 3 Composición porcentual de las raciones experimentales para la etapa de engorde	83
Apéndice 4 Composición nutricional de las raciones experimentales para la etapa de engorde	84
Apéndice 5 Pesos semanales de los cuyes por grupo experimental	85
Apéndice 6 Ganancia de peso semanal de los cuyes por grupo experimental	86
Apéndice 7 Conversión alimenticia de los cuyes por grupo experimental.....	87
Apéndice 8 Rendimiento de carcasa de los cuyes por cada grupo experimental	88
Apéndice 9 Parámetros productivos de los cuyes obtenidos en la fase experimental (56 días de evaluación).....	90
Apéndice 10 Validación de supuestos para peso final (8 semanas de evaluación)	91
Apéndice 11 Validación de supuestos para la ganancia de peso	92
Apéndice 12 Validación de supuesto para la conversión alimenticia	93
Apéndice 13 Validación de supuesto para el rendimiento de carcasa	94
Apéndice 14 Validación de supuestos del consumo de alimento	95
Apéndice 15 Ubicación del ensayo y preparación de alimento balanceado	96
Apéndice 16 Suministro de alimento.....	96
Apéndice 17 Toma de Peso semanal	97
Apéndice 18 Pasos para la obtención de la carcasa.....	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evaluó el efecto de la inclusión de cuatro niveles de hemoglobina 0, 1, 2 y 3 % en la alimentación de “cuyes” *Cavia porcellus* en etapa de crecimiento y engorde. La investigación tuvo lugar en la granja familiar NITA, en la ciudad de Segunda Jerusalén, distrito Elías Soplín Vargas, provincia de Rioja; por un periodo de 90 días, en los meses de mayo, junio y julio de 2020. El estudio presentó un enfoque cuantitativo con un diseño completamente al azar (DCA) y el programa estadístico InfoStat para el análisis de datos. El material experimental lo conformaron 36 cuyes del fenotipo Perú de 25 (\pm 1) días de edad, con peso promedio de 428 g/cuy, distribuidos en 4 tratamientos de 9 cuyes cada uno, con 3 repeticiones por tratamiento. Las variables de estudio fueron peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, consumo de alimento, tiempo de comercialización y retribución económica. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas para todas las variables entre los tratamientos T1 (0 %) y T4 (3 %), donde el T4 obtuvo valores de 1 211 g/cuy para el peso final, 783,00 g/cuy y 14,00 g/cuy para la variable ganancia de peso total y diaria, respectivamente; 3,57 en la variable conversión alimenticia, 73 % en la variable rendimiento de carcasa, así mismo, el 100 % de los cuyes alcanzó el peso de comercialización a la semana 12 de evaluación y una retribución económica relativa de 19,45 % respecto al tratamiento T1. Finalmente se concluyó que la inclusión de hemoglobina al 3 % en las raciones de cuyes obtuvo los mejores índices productivos en menor tiempo.

Palabras claves: *Alimentación, crecimiento, engorde, alimento concentrado.*

ABSTRACT

The present research work evaluated the effect of including four levels of hemoglobin 0, 1, 2 and 3 % in the diet of “guinea pigs” *Cavia porcellus* in the growth and fattening stage. The research took place at the NITA family farm, in the city of Second Jerusalem, Elías Soplín Vargas district, province of Rioja for a period of 90 days, in the months of May, June and July 2020. The study presented a quantitative approach with a completely randomized design (DCA) and the InfoStat statistical program for data analysis. The experimental material was made up of 36 guinea pigs of the Peru phenotype, 25 (\pm 1) days old, with an average weight of 428 g/guinea pig, distributed in 4 treatments of 9 guinea pigs each, with 3 repetitions per treatment. The study variables were final weight, weight gain, feed conversion, carcass yield, feed consumption, marketing time and economic remuneration. The results showed significant statistical differences for all variables between treatments T1 (0 %) and T4 (3 %), where T4 obtained values of 1 211,00 g/guinea pig for the final weight, 783,00 g/guinea pig and 14,00 g/guinea pig for the variable total and daily weight gain, respectively; 3,57 in the feed conversion variable, 73 % in the carcass yield variable, likewise, 100 % of the guinea pigs reached marketing weight at week 12 of evaluation and a relative economic remuneration of 19,45% compared to the T1 treatment. Finally, it was conclude that the inclusion of 3 % hemoglobin in guinea pig rations obtained the best productive rates in less time.

Keywords: *Feeding, growth, fattening, concentrated feed.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la crianza de cuyes se ha convertido en una alternativa de generación de ingresos llegando a más de 800 mil familias agrarias del Perú ubicadas la mayor parte de ellas en la sierra del País (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI, 2019]). Asimismo (INEI, 2022) informó que la población de cuyes entre los años 2016 y 2019 aumentó un 5 % del crecimiento promedio anual desde 19,7 millones de unidades a un total de 23,6 millones de unidades de cuyes presentando un ritmo de crecimiento promedio de 1 millón de cuyes anualmente. Paralelo a ello el consumo de la carne de cuy ha ido aumentando debido a que posee alta calidad nutricional, buena palatabilidad y, sobre todo, al hábito de consumo que la población peruana presenta, tal es así que en el año 2022 el consumo del cuy en los hogares ascendió a 22 mil toneladas a nivel nacional de las cuales solamente el 9 % fue obtenido mediante compra directa y el 91 % fue obtenida sin retribución monetaria, lo que significa que este porcentaje de población consume carne de cuy de su misma crianza. Es por ello que en la actualidad se busca que las familias no solo realicen la crianza de cuy con fines de autoconsumo sino como una actividad económica generada en el país la creación de microempresas familiares; sin dejar de lado su función principal que cumple dentro de las familias rurales que es brindar seguridad alimentaria

Según la función que cumple la crianza de cuyes dentro de la unidad productiva da origen a tres sistemas de crianza: Sistema familiar, sistema familiar-comercial y el comercial. En los dos primeros sistemas, la crianza de cuyes es una actividad secundaria y su producción es para autoconsumo y se vende solamente los excedentes; en estos sistemas se utiliza una alimentación principalmente a base de forraje y en algunas explotaciones una alimentación mixta (forraje + concentrado). En el sistema comercial la crianza es una actividad principal y la producción es con fines de venta; en este sistema se considera manejo técnico, selección de reproductores y alimentación apropiada, que consiste en una alimentación mixta (forraje + concentrado) o solamente en base a concentrado (Chauca, 2021).

En la región San Martín, la crianza de cuyes experimenta un crecimiento progresivo siendo los centros más importantes de producción de cuy Nueva Cajamarca, Pardo Miguel Naranjos, Segunda Jerusalén, Rioja, Moyobamba y Lamas con una población estimada de 140 000 unidades de cuyes concentrándose en su mayoría en la provincia de Rioja (59 %) (Dirección Regional de Agricultura San Martín [DRASAM], 2018).

Tomando en cuenta lo señalado por la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA, 2013), en el proceso productivo de la crianza de cuyes la alimentación representa más del 70 % de los costos totales de la producción, por lo que, un mal manejo de este recurso afecta directamente la retribución económica de dicha actividad, determinando el éxito o fracaso del negocio. Asimismo, alude que dentro de la producción pecuaria existe un alto déficit de alimentos con un alto contenido proteico lo que ha generado preocupación en los productores. Dentro de ese contexto, la presente investigación tiene como propósito principal proponer una dieta alternativa para la alimentación de cuyes que permita alcanzar los mejores parámetros productivos en la crianza de cuyes, convirtiéndola en una actividad rentable para las familias que crían cuyes en la región de San Martín.

La empresa *Funtional protein source* (LICAN, 2015) señala que la hemoglobina es un ingrediente con alto contenido proteico debido a su estructura cuaternaria de cadenas polipeptídicas que contienen cada una un grupo prostético hem y este contiene un átomo de hierro en su centro. Asimismo, posee buena digestibilidad conllevando ello a formar parte en la elaboración de raciones balanceadas para especies como peces, aves y cerdos; produciendo buenos resultados en estas especies de monogástricos. Sin embargo, hasta ahora no ha sido evaluada su utilización en la alimentación de cuyes, es por ello que en el presente estudio se muestra como una alternativa que permitiría equilibrar las exigencias nutricionales del cuy conllevando a lograr mejores pesos en menor tiempo de crianza, mejorando así, el costo-beneficio de la producción. Teniendo en cuenta que la hemoglobina es un derivado de la sangre bovina y pasa por ciertos procesos para su obtención como tal, el uso de ésta en la alimentación pecuaria, contribuirá de manera indirecta a la reducción de contaminantes como la pérdida del

nitrógeno, protegiendo el medio ambiente. A su vez, al poseer hierro ayudaría a combatir la gran problemática de anemia presente en nuestro país.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de La hemoglobina en la alimentación de “cuyes” *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758), y su efecto en el crecimiento y engorde, Segunda Jerusalén, Rioja.

Objetivos específicos

- Evaluar el peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la carcasa en cuyes sometidos a diferentes niveles de hemoglobina.
- Determinar el período de tiempo necesario para que los cuyes alcancen el peso de comercialización bajo cada tratamiento de hemoglobina.
- Medir el consumo total de alimento por tratamiento y analizar las diferencias entre los grupos de cuyes.
- Establecer la dieta que demuestre ser más eficiente y rentable en términos de ganancia de peso y costos de alimentación para los cuyes en crecimiento y engorde.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacionales

El estudio realizado por Luzón (2018), tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de harina de sangre de camal obtenida artesanalmente en la dieta de pollos de engorde. Fue realizado en Machala, Ecuador. La investigación presentó un enfoque experimental con un alcance explicativo, empleando un diseño estadístico completamente al azar (DCA). La metodología consistió en realizar ensayos utilizando 20 jaulas de malla metálica, en las cuales definieron 5 tratamientos con distintos porcentajes de harina de sangre de camal. El grupo control o testigo (T1) no incorporó harina de sangre, mientras que los tratamientos T2, T3, T4 y T5 contenían 1, 2, 3 y 4 % de harina de sangre, respectivamente, en la alimentación, con 4 repeticiones por tratamiento. En cada jaula colocaron 8 pollos de la raza Cobb 500, con una edad de 21 días, sumando una población total de 160 pollos. El alimento fue suministrado diariamente durante 21 días y el pesado de los pollos de forma semanal. Las variables de estudio incluyeron ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y características organolépticas de las carnes. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos empleó un ANOVA con pruebas posteriores de TUKEY al 5 % de significancia, utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI. Los resultados de las variables técnicas fueron los siguientes: el peso final (en gramos) fue de 1 439,03 para T1, 1 335,63 para T2, 1 505,35 para T3, 1 483,47 para T4 y 1 738,78 para T5. En cuanto al consumo de alimento (en gramos), obtuvieron los siguientes valores: 13,997 para T1, 12,950 para T2, 16,308 para T3, 15,997 para T4 y 16,687 para T5. En términos de conversión alimenticia obtuvieron valores de 1,85 para T1, 1,85 para T2, 1,95 para T3, 1,95 para T4 y 1,625 para T5. Al analizar los resultados encontraron que la variable peso final presentó una diferencia estadísticamente significativa

entre el T5 (1 738,78 g) y el T1 (1 439, 03 g), mientras que T2, T3 y T4 no mostraron diferencias significativas. En cuanto al consumo de alimento, observaron diferencias estadísticamente significativas en T3, T4 y T5 al compararlos con T1, mientras que T2 no presentó diferencia. Por otro lado, la variable conversión alimenticia no mostró diferencias estadísticas significativas. Como conclusión, el estudio reveló que la inclusión de harina de sangre de camal influyó positivamente en la ganancia de peso y el consumo de alimento en los pollos de engorde, sin afectar el consumo de agua, el índice de conversión y el índice de mortalidad. Además, observaron que a medida que aumentó el porcentaje de adición de harina de sangre, se redujo el costo del balanceado.

Barreros (2017) realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar tres niveles de proteína de harina de sangre bovina en “cuyes” *Cavia porcellus* como dieta suplementaria en las etapas de crecimiento y engorde. Lo desarrolló en la hacienda La Primavera “Granja Producuy”, Ecuador. La investigación presentó un proceso experimental, cuantitativo y explicativo, empleando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). La metodología consistió en realizar ensayos en pozas de 1,20 x 1,00 m donde estudió 4 tratamientos con tres porcentajes de harina de sangre dentro del alimento balanceado quedando T1 2 %, T2 4 %, T3 6 % y el tratamiento Testigo T0 con 0 % de harina de sangre. Por cada tratamiento realizó 3 repeticiones ubicando 5 cuyes machos mestizos de 25 días de edad en cada poza y sumó un total de 60 cuyes. El suministro de alimento lo realizó diariamente por un periodo de 64 días y la toma de peso vivo lo efectuó cada 8 días. Las variables de estudio fueron ganancia de peso (g), conversión alimenticia y rendimiento a la canal (%). Para el análisis de datos empleó un diseño experimental ADEVA con prueba de significación Tukey al 5 %. Los resultados no mostraron estadísticamente alta significancia, excepto el T3 en la variable rendimiento de la canal con 92,33 %, T2 (90,25 %), T0 (90,31 %) y T1 (88,20 %). Asimismo, el T3 registró diferencias numéricas en la ganancia de peso 180,74 g, conversión alimenticia (3,58), rendimiento de la canal (91,33 %) y la relación costo-beneficio de 0,08 por dólar invertido. Concluyó que la inclusión de harina de sangre en las dietas para cuyes no causó diferencias estadísticas significativas dentro de los parámetros productivos, pero si obtuvo una diferencia numérica

notable en el T3, por lo que, recomendó la utilización de harina de sangre al 6 % en la dieta de cuyes.

Lasso y Masabanda (2017) estudiaron el efecto de harina de sangre bovina en porcentajes de 5, 8, y 11 % adicionados al balanceado comercial en la alimentación de cerdos durante la etapa de crecimiento y engorde. La investigación fue de tipo experimental con alcance explicativo mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). La metodología consistió en realizar ensayos en 12 cuarterones de madera y malla metálica con dimensiones de 1.5 m² por animal por 1.2 m de altura. En las cuales definieron 4 tratamientos con diferentes porcentajes de harina de sangre bovina. El grupo control o testigo (T1) no incorporó harina de sangre, por su parte los tratamientos T2, T3 y T4 contenían 5, 8 y 11 % de harina de sangre, respectivamente, en la alimentación, con 3 repeticiones por tratamiento. En cada cuarterón colocaron 2 cerdos y/o cerdas de 65 días de edad del fenotipo Landrace llegando una población de 24 cerdos (12 hembras y 12 machos). Tuvieron como variables de estudio peso inicial, peso semanal, peso mensual, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, peso a la canal, contenido de grasa dorsal y análisis hematológico. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos utilizaron un ANOVA con pruebas posteriores de TUKEY a un nivel de significancia del 5 %. Los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el T2 con 5 % de harina de sangre el que obtuvo mejores resultados en las variables peso final 90 kg en hembras y 81,67 kg en machos, ganancia de peso promedio con valores de 38,67 kg en machos y 38 kg en hembras, conversión alimenticia 2,82 en machos y 2,76 en hembras; mientras que los menores valores los obtuvieron en el T3 con 8 % de harina de sangre para las tres variables. En referencia al análisis costo/beneficio determinaron que el T2 con 5 % de harina de sangre presentó mejor rentabilidad frente a los demás tratamientos con valor de \$1,12, evidenciando que por cada dólar invertido obtuvieron una rentabilidad de 0,12 centavos.

1.1.2. Nacionales

La investigación realizada por Carbajal y Corimanya (2018), tuvo como objetivo alimentar con diferentes porcentajes de harina de sangre a “cuyes” *Cavia porcellus* en la etapa de recría. fue ejecutada en la Granja Central de Asociaciones de productores Agropecuarios del Valle de El Mantaro, distrito Muquiyauyo, provincia de Jauja. El estudio fue de tipo experimental inductivo y emplearon un diseño completamente al azar (DCA). La metodología consistió en realizar ensayos con distintos porcentajes de harina de sangre adicionado a un alimento concentrado comercial. En los cuales emplearon los siguientes tratamientos T1 con 25 % de harina de sangre procesada más concentrado comercial, T2 con 35 % harina de sangre procesada más concentrado comercial y el grupo control (T3) sin incorporación de harina de sangre, en la alimentación por un periodo de 2 meses, por cada tratamiento evaluaron 12 cuyes machos de la raza Perú de 21 días de edad, sumando una población total de 36 cuyes. Las variables estudiadas fueron peso final, consumo de alimento y cálculo de digestibilidad aparente. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos emplearon un ANOVA con pruebas posterior de DUNCAN. Los resultados de las variables fueron los siguientes: el peso final (en gramos) para T1, 952,50 para T2, 957,83 para T3 965,17. En lo concerniente al consumo de alimento (en gramos) los resultados fueron 314,75 para T1, 357,97 para T2 y 389,42 para T3. En términos de Digestibilidad aparente, los resultados fueron 2,71 para T1, 3,05 para T2 y 3,52 para T3. El análisis de los resultados no presentó diferencias estadísticas para la variable peso final, mientras que la variable consumo de alimento si presentó diferencias estadísticas significativas siendo T3 (389,42 g) el que presentó el mayor valor frente al T2 (357,97 g) y T1 (314,75 g). De igual manera la variable digestibilidad aparente presentó diferencias estadísticas significativas entre los tres Tratamientos siendo 3,52 para T3 el de mayor valor seguido del T2 (3,05) y el T1 (2,71). Finalmente concluyeron que la inclusión de harina de sangre dentro de la alimentación de cuyes no repercute superiormente en los parámetros productivos de los cuyes frente a un alimento comercial, sin embargo, recomiendan su utilización ya que al ser procesada artesanalmente su costo es menor y por ende reduciría los costos de producción en la crianza de cuyes en comparación con un alimento comercial.

La investigación realizada por Salcedo (2017), evaluó alimento balanceado (peletizado) para “cuyes” *Cavia porcellus*, usando fuentes proteicas de origen animal y vegetal siendo harina de sangre y harina de alfalfa, respectivamente. Su ejecución se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional del Antiplano, Puno. El estudio fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo y alcance explicativo, utilizó un diseño completamente al azar (DCA). La metodología consistió en realizar ensayos empleando 16 pozas, en las cuales se precisaron 4 tratamientos con diferentes porcentajes de harina de alfalfa y harina de sangre. El T1 con harina de alfalfa al 36 %, T2 con 18 y 12 % de harina de alfalfa y harina de sangre, respectivamente, T3 con harina de sangre al 8 % y T4 como grupo testigo, en la alimentación de cuyes, con 4 repeticiones, En cada poza colocó 2 cuyes machos de tres semanas de edad con peso inicial promedio de 318 g y 358 g, sumando una población de 32 cuyes. El alimento fue suministrado diariamente por un periodo de 8 semanas. Asimismo, evaluó 16 cuyes para la prueba de digestibilidad. Dentro de las variables de estudio evaluó los parámetros productivos como consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y la relación costo beneficio. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, utilizó un ANOVA con pruebas posteriores de TUKEY al 5 % de significancia. Obtuvo los siguientes resultados: consumo de alimento para el T1 = 52,4 g, T2 = 49,4 g, T3 = 49,2 g y el T4 = 51,2 g; ganancia de peso (g/día) para el T1 = 11,6 g, T2 = 12,2 g, T3 = 13,8 g y T4 = 11,8 g; conversión alimenticia T1 = 5,2, T2 = 4,6, T3 = 4,0 y T4 = 5,0 y la relación costo beneficio T1 = 1,29, T2 = 1,32, T3 = 1,41 y T4 = 1,40. Durante el análisis de los resultados encontró que la variable consumo de alimento presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos siendo T1 con 52,4 g el que presentó el mayor consumo seguido del T4 (51,2 g). En cuanto a la ganancia de peso, observó diferencias estadísticas significativas entre el T3 frente a los T2, T4 y T1, los mismo que no presentaron diferencias entre ellos. Concerniente a la variable conversión alimenticia obtuvo diferencias estadísticas significativas entre el T1 (5,2) y e T4 (4,0), mientras que los T4 y T2 no presentaron diferencia. Concluyó que al usar harina de sangre al 8 % dentro de los alimentos balanceados para cuyes repercutirá significativamente en el consumo de las dietas, ganancia de peso, conversión alimenticia siendo 49,2 g/día, 13,8 g/día, 4,0; respectivamente. Así mismo, debido al contenido de proteína que posee (78,9 %) lo convierte en un alimento altamente digestible y rentable (46%).

Zamora y Callacna (2017) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar el efecto producido en los parámetros productivos de los cuyes en etapa de crecimiento al incluir harina de sangre bovina procesada artesanalmente, el cual fue realizado en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM) Chachapoyas, Amazonas, Perú. La investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo y utilizaron un diseño estadístico completamente al azar (DCA). La población estuvo conformada por 36 cuyes machos de raza Perú de 21 días de edad y una muestra de 9 cuyes por tratamiento que fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos con tres repeticiones por tratamiento, los tratamientos fueron: T1 con 0 % de harina de sangre (control), T2 con 4 % de harina de sangre, T3 con 8 % de harina de sangre y el T4 con 12 % de harina de sangre. Tuvieron como variables de estudio parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso corporal y conversión alimenticia), rendimiento de carcasa y costo-beneficio. Los resultados de las variables fueron; peso final (g) T1= 1 017,56 g, T2 = 974,11 g, T3 = 1 031,44 g y T4 = 1 058,13 g, ganancia de peso total (g) para el T1 = 641,12 g, T2 = 608,56 g, T3 = 651,11 g y el T4 = 679,46 g; ganancia de peso diaria (g/día) para el T1 = 10,18 g, T2 = 9,66 g, T3 = 10,34 g y T4 = 10,79 g/día; conversión alimenticia para el T1 = 6,49, T2 = 6,6, T3 = 6,19 y T4 = 5,79; rendimiento de carcasa (%) para el T1 = 73,67, T2 = 71,51, T3 = 72,91 y T4 = 73,72 % y la eficiencia económica (S/) para los tratamientos de 1,95, 2,16, 2,55 y 3,34, respectivamente. Concluyeron que a un nivel de significancia del 5 %, no mostraron diferencias estadísticas significativas en los parámetros productivos ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa; sin embargo, demostraron que el uso de harina de sangre al 12 % dentro de la ración, disminuye notablemente los costos de alimentación, ya que, el beneficio es de 1,39 soles más que el testigo (71,57 % más).

El estudio ejecutado por Zamora (2016), tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y composición corporal de “cuyes” *Cavia porcellus* suplementados con tres niveles de harina de sangre bovina. Su ejecución lo realizó en los módulos de animales menores de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) Chachapoyas. El enfoque de la investigación fue experimental con alcance explicativo, empleando un diseño estadístico completamente aleatorizado (DCA). La metodología consistió en realizar ensayos utilizando

pozas, en las cuales definieron 4 tratamientos con diferentes porcentajes de harina de sangre. El grupo control o testigo (T0) no incorporó harina de sangre, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 contenían 4, 8 y 12 % de harina de sangre, respectivamente, en la alimentación, con 4 repeticiones por tratamiento. En cada poza colocó 3 cuyes de machos de la línea Perú, de 4 semanas de edad, sumando una población total de 36 cuyes. El alimento lo suministró diariamente por un periodo de 9 semanas y la toma de peso lo realizó de forma semanal. Las variables de estudio incluyeron parámetros productivos como consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Para el análisis estadístico de datos empleó el programa informático SPSS para el análisis de varianza ANVA y Tukey al 5 % para la diferencia de medias. Los resultados de las variables técnicas fueron los siguientes: el consumo de alimento (en gramos) fue de 4 163,84 g para T0, 4 014, 69 g para T1, 4 032,60 g, para T2 y 3 931,99 g para T3, en cuanto al peso final (en gramos) obtuvo los siguientes resultados 974,11 g para T0, 1 031,44 g para T1, 1 058,13 para T2 y 1 017,56 g para T3. En términos de ganancia de peso los resultados fueron 641,12 g para T0, 608,56 g para T1, 651,11 g para T2 y 679,46 g para T3. En lo referente a conversión alimenticia obtuvo valores de 6,49 para T0, 6,60 para T1, 6,19 para T2 y 5,79 para T3, Asimismo para el rendimiento de carcasa (%) los resultados fueron 73,67 % para T0, 7,51 % para T1, 72,91 % para T2 y 73,72 % Para T3. Los resultados no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en ninguna de las variables en estudio, por lo que, concluyó que la inclusión de harina de sangre en las raciones de cuyes en niveles de 4, 8 y 12 %, no influyó dentro de los parámetros productivos y la mejor relación costo benefició fue 1,53, la cual, obtuvo en el T3 con 12 % de harina de sangre.

La investigación realizada por Lara (2015), tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y composición corporal de “pollos broiler” *Gallus gallus* de la línea Cobb suplementados con tres niveles de harina de sangre de “pollo” *Gallus gallus*. La ejecución lo realizó en el centro de producción agropecuaria de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. El enfoque de la investigación fue experimental con un alcance explicativo, empleando un diseño estadístico completamente al azar (DCA). La metodología consistió en realizar ensayos utilizando 8 áreas, en las cuales definieron 4 tratamientos con distintos porcentajes de harina de sangre de pollo. El

grupo control o testigo (T0) no incorporó harina de sangre de pollo, sino que contuvo harina de pescado (5 %), mientras que los tratamientos T1, T2 y T3, contenían 3, 5 y 7 %, de harina de sangre, respectivamente, en la alimentación; con 2 repeticiones por tratamiento. En cada área colocó 25 pollos broiler de la línea Cobb-500 de 8 semanas de edad, sumando una población de 200 pollos. El alimento lo suministró de manera diaria, mientras que la toma de peso lo realizó de forma semanal a 10 pollos de manera aleatoria por cada área. Las variables de estudio fueron parámetros productivos como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y evaluación económica. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos utilizó un ANOVA con pruebas posteriores de DUNCAN al 5 % de significancia. Los resultados de las variables técnicas fueron los siguientes: la ganancia de peso (gramos) fue de 935 para T0, 1 002,5 para T1, 922,00 para T2 y 1 015 para T3, en lo referente a la conversión alimenticia obtuvo valores de 2,6 para T0, 2,12 Para T1, 2,26 para T2 y 2,06 para T3. En cuanto al consumo de alimento (g) obtuvo los siguientes resultados 2 435,21 para T0, 2 124,48 para T1, 2 087,92 para T2 y 2 092,16 para T3. En términos del análisis económico (%) los resultados fueron 14,76 para T0, 28,05 para T1, 16,37 para T2 y 33,39 para T3. En los resultados encontró que la ganancia de peso no reportó diferencias estadísticas significativas aun cuando numéricamente los tratamientos T1 (1 002,5 g) y T3 (1 015 g) obtuvieron mayor ganancia de peso, que el tratamiento T0 (935,00) y T2 (922 g). En tanto la conversión alimenticia si reportó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T3 y T0, siendo el T3 con 2,29 el que presentó la mejor conversión, en comparación al testigo tratamiento T0 con 2,65. Concluyó que la adición de harina de sangre influyó positivamente en algunos parámetros productivos y ayudó a disminuir los costos sin afectar los indicadores de producción y calidad de carne.

El estudio realizado por Ortiz (2015), tuvo como objetivo evaluar una alimentación formulada a base de harina de sangre de vacuno en ganancia de peso, rendimiento de carcasa, índice de conversión alimenticia y la evolución organoléptica de la carcasa de cuyes de la línea Perú. La investigación fue tipo experimental con enfoque cuantitativo y alcance explicativo. Empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). La metodología consistió en realizar varios ensayos utilizando jaulas para el crecimiento de cuyes durante un periodo de 35 días, donde evaluó dos tipos de dietas, el primero un alimento comercial y otro formulado en base a harina

de sangre bovina (5 %) incluido en el alimento balanceado. El bloque I estuvo conformado por cuyes machos y el bloque II por cuyes hembras, utilizaron para cada bloque 12 cuyes con 3 repeticiones por cada tratamiento y 2 cuyes en cada repetición, que sumó una población de 24 cuyes y una muestra de 2 cuyes por unidad experimental. Los tratamientos fueron T01 = Alimento balanceado con de harina de sangre en machos, T02 = alimento comercial en machos, T03 = alimento con harina de sangre en hembras y T04 = alimento comercial en hembras. Registraron semanalmente la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso. El análisis de datos de la ganancia de peso y conversión alimenticia los evaluó con el paquete estadístico y la prueba de análisis de varianza ANOVA al 5 % de significancia. Los resultados para la variable índice ganancia de peso detalló que el sexo de los cuyes infirió más que el tipo de alimento a la vez observó que el alimento comercial alcanzó mayor ganancia de peso siendo 84,46 g por semana en cuyes machos, del mismo modo, la mejor conversión alimenticia la obtuvieron los cuyes alimentados con alimento comercial (2,76 hasta 3,63) y el alimento con harina de sangre (3,18 hasta 3,81) en lo referente a la ganancia de peso obtuvo T1 = 66,99 %, T2 = 72,45 %, T3 = 60,91 % y T4 = 65,87 %; por su parte la carne de cuy alimentado con alimento formulado con harina de sangre presentó mejor apariencia y mejor grado de aceptabilidad. Concerniente a la variable rendimiento de carcasa presentó valores de T01 = 66,99 %, T02 = 72,45 %, T03 = 60,91 y T04 = 65, 87 %; donde se apreció que los mejores valores fueron obtenidos con el alimento comercial. Concluyó que la adición de harina de sangre en el alimento balanceado no permitió obtener mejores resultados en los parámetros productivos comparación con alimento sin harina de sangre.

Meléndez (2014) realizó una investigación que cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la harina de sangre de pollo (HSP) en la alimentación de cuyes a los niveles de 0, 5 % y 10 % en las etapas de crecimiento y engorde, realizado en Tamburco, Apurímac, Perú. El estudio fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo y alcance explicativo, tuvo como variables de estudio la ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, peso y rendimiento de carcasa. Empleó una población de 30 cuyes machos mejorados de 13 ± 2 días, distribuidos al azar en tres tratamientos el T1 con 0 % de HSP, el T2 con 5 % HSP y el T3 de 10 % de HSP. Usó un diseño estadístico completamente al azar (DCA) a un nivel de significancia del 5 % para la Prueba de Duncan, los

datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS versión de acuerdo al diseño del experimento. En los resultados registró que al usar 10 % de HSP obtuvo la mejor ganancia de peso vivo a un nivel de significancia del 5 % en la etapa de crecimiento T3 = 569 g, frente a T2 = 436 g y T1 = 392 g; T3; mientras que la conversión alimenticia no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T3 presentó el mejor valor con 4,3, frente a los T2 con 4,8 y el T1 con 5,5. Por su parte, el rendimiento de carcasa si mostró diferencias estadísticas significativas siendo mejor el T1 con 74,50 %, T3 con 73,80 % y T2 con 74,50 %. No obstante, el T3 con 598 g, presentó mayor peso de carcasa frente al T2 con 487 g, y T1 con 427 g. Concluyó que la adición de harina de sangre de pollo en la alimentación de cuyes a niveles de 5 y 10 %, mejoraron la ganancia de peso, conversión alimenticia, el peso y rendimiento de carcasa.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. El cuy

El cuy, conocido también como cobayo o curí, es un mamífero roedor originario de la zona andina de los países de Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Es reconocido desde tiempos ancestrales como un alimento de delicioso sabor e infaltable en las festividades regionales, que se instituye como una fuente alimenticia de alto valor nutricional contribuyendo así a la seguridad alimentaria de poblaciones rurales de bajos recursos en el Perú, pese a que la crianza y el consumo de esta especie se limita en mayor proporción a la zona andina, las constantes migraciones poblacionales, ha extendido su aceptación en otras regiones del país (costa y selva), logrando un incremento poblacional de esta especie a más de 18,7 millones a nivel nacional (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).

En la producción de cuyes la región sierra se destaca por concentrar un 90 % de la población y explotación nacional, sin embargo, es importante señalar que esta especie se caracteriza por presentar un alto poder de adaptabilidad a los diferentes climas, facilitando su crianza en las regiones de la costa y la selva. Asimismo, se sitúa como un animal estratégico a comparación de otras especies debido a su precocidad, prolificidad y a la calidad de su carne, la cual presenta un alto contenido de proteína y bajo contenido de grasa en comparación con la carne de otras

especies como vacunos ovinos, aves y porcinos, tal como se muestra en el cuadro comparativo (Carbajal y Corimanya, 2018).

Tabla 1

Contenido nutricional de la carne de cuy, comparado con otras especies

Especie	Minerales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
Cuy	0,8	7,8	20,3
Aves	1,0	9,3	18,3
Vacunos	1,0	21,8	17,5
Ovinos	1,0	31,0	16,4
Porcinos	0,7	37,3	14,5

Nota. La tabla muestra que la carne de cuy posee mayor cantidad de proteína y menor cantidad de grasa en comparación con la carne de aves, vacunos, ovinos y porcinos (Carbajal y Corimanya, 2018).

Los conejillos de Indias pueden vivir un promedio de 6 a 8 años, pero se recomiendan hasta 18 meses, aunque el uso a largo plazo es un inconveniente ya que la productividad disminuye con la edad.

La tabla 2 muestra la clasificación taxonómica de cuy partiendo desde el reino hasta la especie (Cresci, 2019).

Tabla 2

Clasificación taxonómica del cuy

Niveles taxonómicos	
Reino	Animal
Subreino	Metazoarios
Phylum	Tetrápodos
Clase	Mamíferos
Orden	Rodentia
Familia	Cavidae
Genero	Cavia
Especie	<i>Cavia porcellus</i>

Nota: La tabla 2 muestra la clasificación taxonómica del cuy iniciando desde el Reino hasta el género tomados como referencia a (Cresci, 2019). Clasificación taxonómica del cuy, el cuy, veterinaria digital.

1.2.2. Principales tipos, fenotipos y líneas

A. Tipos de cuyes

Con los avances de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), se han determinado que los cuyes se clasifican por tipos, fenotipos y líneas, tal como se muestra a continuación (INIA, 2020).

- **Tipo 1.** Son altamente comerciales dentro de ellos se encuentran las líneas Perú, Andino, Inti y Negro. Son de pelo corto, lacio y pegado al cuerpo.
- **Tipo 2.** Son rosetados, es decir presentan remolinos en el pelaje, de pelo corto y lacio, medianamente comerciales se identifican como la línea Inka.
- **Tipo 3.** Lanudos, con pelo lacio, largo e irregular son poco comerciales, se conocen como cuyes de mascota o fantasía.

➤ **Tipo 4.** Crespo pelo erizado y medianamente comercial

A partir de estos tipos, se han identificado fenotipos, los cuales se clasifican por el color de pelo, numero de crías, rapidez de crecimiento, entre otras características; a continuación, se presentan los siguientes:

- **Fenotipo Perú:** Color alazán puro y algunos combinados con blanco, presentan buena adaptabilidad entre los 0 a 3 500 m s.n.m., buenos productores de carne y un promedio de 3 crías por parto.
- **Fenotipo Andina:** Color blanco, altamente fecundos, con promedio de 5 crías por parto con adaptabilidad a la costa, sierra y amazonia desde los 0 a 3 500 m s.n.m. su reproducción disminuye a temperaturas mayores a 28 °C.
- **Fenotipo Inti:** Color bayo puro o combinado con blanco, caracterizados por ser resistentes a enfermedades.

1.2.3. Fenotipo Perú

Según el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2004), el cuy del fenotipo Perú proviene de ecotipos muestreados de la sierra norte del país. El fenotipo Perú proviene de Cajamarca y fue desarrollado en la costa central a una altitud de 250 m s.n.m. y ha mostrado adaptación a ecosistemas costeros y de montaña desde el nivel del mar hasta altitudes de 3 500 m s.n.m. Asimismo, presenta importante desarrollo muscular, altamente precoz y eficiente convertidor de alimento. Caracterizado por presentar pelaje de color gris y blanco, puede ser mixto o rayado, por su pelaje pertenece al tipo 1. Algunos presentan remolino en la cabeza, la mayoría son de ojos negros y algunos de ojos rojos y sus orejas son caídas. Generalmente son animales con 4 dedos en las patas delanteras y 3 dedos en las patas traseras. A las siete semanas de recría presentan un incremento de peso total de 816 g y un peso diario 16,7 g/animal respectivamente en áreas de 0,0868 m²/animal; la densidad de crianza de cuyes machos es de 9

o 10 por poza. Su sistema de alimentación es mixta basada en forraje (chala de maíz) y alimento balanceado, el cual, presenta alto contenido de proteína (18 % PT) y alto contenido de energía digestible 2 800 a 3 000 kilocalorías. El rendimiento de carcasa llega hasta 73 % registrándose una mayor masa muscular. Este fenotipo es caracterizado por poseer excelentes parámetros productivos (Tabla 3), los mismos que lo hacen mejor que los otros fenotipos.

Tabla 3

Parámetros productivos del fenotipo Perú

Parámetros	Valores
Peso de las crías al nacer (g)	176
Peso de las crías al destete (g)	326
Peso de los cuyes a las 8 semanas (g)	1 041
Conversión alimenticia	3,03.
Mortalidad de recría (%)	2

Nota: Esta tabla muestra los valores de los parámetros productivos de los cuyes del fenotipo Perú (INIA, 2004).

1.2.4. Sistemas de producción

a. Crianza familiar

La crianza familiar es distinguida por el escaso manejo que se da a los animales, debido a que los mantienen en un solo grupo sin tener en consideración la clase, sexo y edad; razón por la cual tienen poblaciones con un alto grado de consanguinidad y una mortalidad de crías del 38 % debido principalmente al aplastamiento por los animales adultos, siendo los más vulnerables los cuyes recién nacidos (INIA, 2020). De igual manera Montes (2012) menciona que el destino de la producción es para consumo familiar y cuando necesitan dinero ocasionalmente suelen vender parte de su producción, la mano de obra empleada lo realiza la familia y la alimentación que suministran provienen de sus campos.

b. Crianza familiar-comercial

La crianza familiar-comercial de cuyes está destinada al consumo y venta, generando empleo y permitiendo, a su vez, disminuir la migración de pobladores a áreas rurales. Utilizan cuyes mejorados, los cuales se adaptan a diferentes condiciones bioclimáticas y cuyo rendimiento es superior al cuy mestizo. Este sistema mantiene una población mayor de 100 e inferior de 500 animales. La cría implica el uso de instalaciones adecuadas (las pozas de cría), cuyos materiales en su mayoría son de proveniencia local, emplean mejores técnicas de crianza tales como agrupación por lotes, etapa fisiológica, sexo y edad. La alimentación se maneja generalmente a base de subproductos agrícolas (chala de maíz, paja de avena, cebada, etc.) pastos cultivados (sorgo, gramalote, alfalfa, etc.) y alimentos balanceados en poca proporción (Rico y Rivas, 2003).

La crianza a nivel familiar - comercial nace de una crianza familiar en la cual se emplean prácticas tecnificadas cuyo destino de producción es la venta de sus excedentes luego de utilizarlos en el consumo familiar. La comercialización de los cuyes se realiza de manera continúa generando un ingreso adicional a la familia, asimismo, involucra mayor mano de obra y los insumos para la alimentación de los cuyes provienen de campos propios, terceros y compra de alimento balanceado (Montes, 2012).

c. Crianza comercial

La crianza comercial se dedica a criar cuyes con fines de producción de carne, reproductores y ejemplares con el fin de venderlos y lograr beneficios económicos. Este tipo de crianza requiere la utilización de un paquete tecnológico previamente elaborado con infraestructura adecuada, buena ventilación, luminosidad, alimentación, sanidad y comercialización. El objetivo es alcanzar el punto máximo de producción convirtiéndola en una actividad muy rentable. Este tipo de crianza emplea una alimentación mixta basada en el suministro de forraje y alimento balanceado, la misma que logra cubrir los requerimientos nutritivos de esta especie, necesarios para obtener un rendimiento óptimo de los animales (Hernández, 2008). La clase de animales

utilizados para la producción comercial intensiva es el cuy mejorado de alto rendimiento y precoz (Jira, 2011).

1.2.5. Sistema digestivo y características morfofisiológicas del cuy

El sistema digestivo inicia en la cavidad bucal y termina en el ano. En un animal adulto el tracto alimentario llega a tener una longitud de 2,3 m partiendo de la faringe hasta el ano; así mismo contiene órganos y otros componentes que ayudan a la digestión como dientes, glándulas salivales, hígado, páncreas y vesícula biliar (Ramón, 2017).

El cuy o curi, es una especie herbívora del tipo monogástrica posee un esófago que parte desde la faringe hacia el estómago, a partir del cual inicia la digestión enzimática y termina en el ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana. La digestión en el intestino delgado es rápida con un tiempo inferior a 2 horas, mientras que en el ciego es más lenta pudiendo permanecer hasta 48 horas, además se conoce que la celulosa contenida en las dietas retarda el movimiento del contenido intestinal lo que ayuda a que se realice una mayor absorción de nutrientes, cabe señalar que en el ciego e intestino grueso se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadena corta (Lema, 2015).

Los cuyes poseen un estómago glandular completo con células parietales, principales y caliciformes. El factor intrínseco es necesario para que el intestino delgado absorba la vitamina B12, mientras que las células parietales segregan ácido clorhídrico (HCL) que convierte al alimento en quimo y mata las bacterias que entran con él. El pepsinógeno es producido por las células principales, el cual se transforma en pepsina por acción del HCL, siendo esta una enzima que actúa sobre el bolo alimenticio produciendo la proteólisis parcial de las proteínas a polipéptidos. Por su parte, las células caliciformes producen el moco que unido con el bicarbonato forman una película protectora que hace frente a la carga ácida a la que es sometida el epitelio. Con la digestión gástrica se inicia la degradación de las proteínas por acción de la

pepsina y la acidez del HCL, por lo que, al existir una alteración en la secreción de estas enzimas repercutiría negativamente en la digestión de las proteínas (León, 2019).

El intestino delgado está compuesto de tres segmentos: duodeno, yeyuno e íleon y en un adulto llegan a medir hasta 2 metros. En el duodeno se producen varios jugos digestivos que continúan con el proceso de digestión, además de los jugos digestivos provenientes del páncreas y ácidos biliares (Ramón, 2017). Dentro del intestino delgado suceden procesos enzimáticos en dos fases: La primera es la luminal donde las enzimas pancreáticas son activadas con la luz intestinal para posteriormente degradar a los almidones y polipéptidos; la segunda fase es la membranosa, en la cual los polímeros pequeños por acción de las enzimas de los enterocitos son degradados para su posterior absorción (león, 2019).

Entre tanto, el páncreas es considerado como la glándula digestiva más importante, debido a que es responsable de producir casi todos los fermentos necesarios para la degradación de los alimentos. Por su parte el hígado anatómicamente su cara visceral guarda relación con el lado izquierdo del estómago y en ocasiones con el bazo, en el lado derecho con el páncreas, riñón derecho y duodeno (Chimba, 2012).

El intestino grueso se extiende hasta el ano desde el orificio ileocecal. Dividido en tres porciones: ciego, colon y recto, presenta mayor diámetro al del intestino delgado. El ciego, la primera porción del intestino grueso y la más importante, ocupa la mayor parte de la cavidad ventral y presenta la mayor dilatación del tracto digestivo. Aquí ocurren los procesos fermentativos y la clasificación de las heces para la cecotrofia mediante movimientos peristálticos produciendo una serie de fenómenos bioquímicos y biológicos; asimismo, es responsable de sintetizar grandes cantidades ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B12 y proteína microbiana por parte de los microorganismos, asimismo absorbe solamente ácidos grasos volátiles, vitaminas y agua. Por su parte, el colon viene a ser la segunda

porción del intestino grueso e inicia a nivel del orificio ileocecal y termina en el recto (Lema, 2015).

1.2.6. Digestión de los alimentos

Una dieta debe contener al menos los siguientes principios alimentarios: proteínas, vitaminas, agua, carbohidratos, sales inorgánicas y grasas para satisfacer las necesidades nutritivas de un animal. La utilización de los alimentos para que se integren en el cuerpo para su conservación, crecimiento, producción y bienestar es lo que se conoce como digestión de los alimentos. Los alimentos primeramente deben ser degradados y transformados en presentaciones más simples como la glucosa, los ácidos grasos, los aminoácidos y el glicerol para que puedan ser aprovechados por el organismo. Para que se produzca esta transformación es necesaria la intervención de mecanismo mecánicos o físicos químicos y biológicos (Ramón 2017).

a. Cecotrófia

La cecotrófia consiste en tomar las heces y digerirlas nuevamente para aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, también le permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado; este ciclo de digestión se realiza generalmente durante la noche (Salinas, 2002).

1.2.7. Manejo productivo del cuy

a. Recría y engorde

La etapa de recría o crecimiento y la etapa de engorde comprende el tiempo transcurrido post-destete, desde los 15 días hasta el sacrificio o destinados a reproducción a partir de los 70 o 90 días de edad en adelante. En este período los lotes de 10 a 15 animales, ya agrupados por sexos y tamaños reciben el alimento de forma constante (*ad libitum*) en los comederos y la ración correspondiente de forraje verde. La alimentación es alta en proteína para permitir que los cuyes vayan desarrollándose en tamaño y peso, con el fin de alcanzar el peso óptimo de beneficio lo

más rápido posible (Ataucusi, 2015). Del mismo modo Jira (2011) menciona que los cuyes inician la etapa recría I desde el destete hasta la octava semana de edad y su alimento debe contener un alto porcentaje de proteína, ya que, en esta etapa los cuyes triplican su peso al nacimiento, mientras que la etapa recría II o engorde comienza desde la octava hasta la novena o décima de edad, y el alimento debe ser altamente energético y bajo en proteína.

b. Saca o beneficio

Según Velis (2017), la saca o beneficio de los animales se realiza teniendo en cuenta tres componentes, el tiempo que toma el cuy para alcanzar los 790 g de peso vivo requisito mínimo para ser aceptado en el mercado, el costo de alimentación y el precio del producto en el mercado.

1.2.8. Nutrición y alimentación

El cuy se clasifica como fermentador poligástrico con hábitos alimentarios herbívoros debido a su anatomía gastrointestinal. Por lo tanto, para lograr un buen desempeño en la producción, es necesario proporcionar suficiente alimento que cumpla con sus requerimientos especiales. Es de vital importancia conocer las diferencias entre nutrición y alimentación. a) Nutrición: es el proceso mediante el cual las células de un animal reciben del medio externo los componentes químicos necesarios para el funcionamiento normal del metabolismo, o la suma de reacciones, con el fin de satisfacer sus necesidades sustento, crecimiento, producción y reproducción. b) Alimentación: es la aplicación práctica de los principios nutricionales y económicos en la producción de cuyes para incrementar la productividad animal mediante el uso efectivo de los alimentos (Jira, 2011).

Dentro de la explotación pecuaria, la nutrición juega un rol de mayor impacto debido a su alto grado de incidencia en la productividad animal. Involucrando una serie de procesos como selección y combinación de productos con determinados ingredientes cuyo valor nutricional satisfaga las necesidades nutricionales de los cuyes. Conllevando a los criadores a suministrar dentro de sus crías una alimentación tecnificada, cuya composición lo conforman 10 % de

alimento concentrado y 90 % de forraje. Al proporcionar pasto verde, estamos administrando proteínas, minerales, vitamina C, agua y la fibra suficiente para su digestibilidad, y al administrar concentrado, complementamos los requerimientos que el pasto verde no puede proporcionar (Lema, 2015).

El cuy es una especie herbívora que a diferencia de los rumiantes dentro del proceso digestivo realiza una digestión a nivel del ciego, lo cual le permite digerir nutrientes como celulosa y hemicelulosa encontrados en alimentos fibrosos, debido a que en los rumiantes la ingesta pasa más lenta a través del intestino delgado. El cuy posee una característica cecotrófica que es un proceso digestivo poco estudiado, sin embargo, los trabajos realizados han tratado de obtener respuestas positivas (Chimba, 2012).

a. Necesidades nutritivas del cuy

Los requerimientos nutritivos del cuy para crianza comercial, aún no han sido establecidos para sus diferentes estadios fisiológicos. Mientras que para cuyes de laboratorio han sido reportados solamente para mantenimiento de los Estados Unidos (National Research Council [NRC], 1995). Con los requerimientos nutritivos de los cuyes se podrían elaborar raciones balanceadas que satisfagan las necesidades tanto de mantenimiento, crecimiento y de producción; a su vez, los requerimientos dependen del genotipo, estado fisiológico, edad, y el medio ambiente donde se desarrolla la crianza (Cayetano, 2019), dichos requerimientos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4*Requerimiento nutricional del cuy*

Requerimiento nutricional	Unidad de medida	Inicio (1 a 28 días)	Crecimiento (29 a 63 días)	Acabado (64 a 84 días)
Energía digestible	(Mcal/kg)	3	2,80	2,70
Fibra	(%)	6	8,00	10,00
Proteína cruda	(%)	20	18,00	17,00
Lisina	(%)	0,92	0,83	0,78
Metionina	(%)	0,40	0,36	0,34
Met. + Cist.	(%)	0,82	0,74	0,70
Arginina	(%)	1,3	1,17	1,10
Treonina	(%)	0,66	0,59	0,56
Triptofano	(%)	0,2	0,18	0,17
Calcio	(%)	0,8	0,80	0,80
Fósforo	(%)	0,4	0,40	0,40
Sodio	(%)	0,2	0,20	0,20

Nota: La tabla muestra cómo cambia el porcentaje del requerimiento nutricional en función a las etapas fisiológicas por las que pasa, el cual disminuye a medida que el cuy se convierte en adulto (Vergara,2016).

➤ **Requerimiento de proteína**

El cuerpo animal está compuesto de un conjunto de tejidos constituidos principalmente por proteínas. El aporte que brindan las proteínas durante la formación de los tejidos lo determina la calidad que la cantidad ingerida. Existen ciertos aminoácidos esenciales que deben ser suministrados dentro de la alimentación ya que los monogástricos no las pueden sintetizar (Lema, 2015).

El bajo suministro de éstas en la alimentación produce consecuencias negativas sobre los parámetros productivos y reproductivos de los cuyes: menor peso al nacimiento, escaso

crecimiento, baja producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia en el aprovechamiento de alimentos (Aldana, 2011).

Las investigaciones realizadas en diferentes etapas fisiológicas del cuy sobre niveles de proteína lograron adecuados rendimientos con 17 % para crecimiento, 16 % para engorde, en raciones mixtas de forraje y concentrado (Caicedo, 2000).

➤ **Requerimiento de energía**

La energía es fundamental para los procesos vitales del cuy, para el desarrollo de actividades musculares, contrarrestar el frío, síntesis de tejidos, entre otros. Estas varían con la edad, estado fisiológico, temperatura ambiental, nivel de producción y la actividad del animal, sugiriendo un nivel de energía digestible que va desde los 2 400 a 3 000 kcal/kg dentro de la dieta; tomando en cuenta que las dietas con mayor densidad energética presentan mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia (Valderrama, 2008).

Vivas y Carballo (2013) mencionan que los carbohidratos son los responsables de proporcionar la energía que el organismo de un ser vivo necesita para mantenerse, crecer y reproducirse. Los alimentos ricos en carbohidratos son los que contienen almidones y azúcares que se encuentran en los granos, maíz, trigo, sorgo, arroz y en los subproductos de estos como afrechos.

➤ **Los minerales**

Aucapiña y Marín (2016) aluden que los minerales forman principalmente huesos, músculos, nervios y dientes. Si le das suficiente pasto a los cuyes no necesitarán minerales en su dieta. El contenido de minerales del suelo afecta el contenido de pastos. Si los animales tienen acceso a las sales mineralizadas, pueden ajustar la cantidad que deben consumir según sus propias necesidades.

➤ **Requerimiento de fibra**

El porcentaje de fibra contenido en un alimento concentrado para cuyes debe encontrarse dentro del intervalo de 5 hasta 18 %, favoreciendo la digestibilidad de otros nutrientes y por ser altamente digestible para esta especie. La fibra ayuda a que el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo de los cuyes sea más retardado y se encuentra contenida en mayor proporción en los forrajes, los cuales son la fuente alimenticia principal de los cuyes. Si dentro de la crianza suministran alimentación mixta (forraje + alimento concentrado), el adicionamiento de fibra dentro del balanceado pierde importancia. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben tener un porcentaje de fibra no menor de 18 % (Lema, 2015).

➤ **Requerimiento de agua**

El agua es el principal componente del cuerpo e indispensable para un crecimiento y desarrollo normal. La cantidad de agua que los cuyes necesitan beber está sujeta al tipo de alimentación que estos reciben. Si se suministra alimentación con altas cantidades de forraje succulento y alimento balanceado, el agua debe ser más de 200 ml/animal al día. Si la alimentación es únicamente a base de forraje no es necesario suministrar agua de bebida en grandes cantidades debido a que la necesidad de agua es cubierta con la humedad del forraje. EL requerimiento de agua es de 120 cm³ por cada 40 gramos de materia seca de alimento consumido, el animal de recría requiere entre 50 a 100 ml de agua por día, lo cual puede incrementarse hasta 250 ml si no recibe como forraje verde y con un clima que supere los 27 °C de temperatura (Vivas y Carballo, 2013). Por su parte Caicedo (2000) menciona que en una alimentación mixta: forraje y concentrado el cuy necesita consumir agua hasta un 10 % de su peso vivo.

➤ **Requerimiento de vitamina C**

El ácido ascórbico es un nutriente que no es sintetizado en el organismo de los cuyes, por lo que es indispensable su ingestión diaria, siendo cubierto por el forraje verde. Por el potencial de rápido crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia de los cuyes mejorados, necesitan

una alimentación a base de forraje verdes que aporten este nutriente y alimentos balanceados que incluyan vitamina C en su composición, ya que, es la única forma de brindar una buena alimentación altamente nutritiva. El cual requiere una ingesta diaria de 5 mg de ácido ascórbico o la adición de 20 mg/100 g en el alimento balanceado (León *et al.*, 2016). De igual manera Vivas y Carballo (2013) señalan que las vitaminas activan las funciones del cuerpo de un ser vivo, produciendo un rápido crecimiento, alto índice reproductivo y protección contra enfermedades patógenas; convirtiéndose en vitamina esencial dentro de la dieta de los cuyes. Cabe señalar que la deficiencia de vitamina C puede causar una falla severa en el crecimiento e incluso la muerte. Alimentar a los animales con alimentos frescos asegura cantidades adecuadas de vitamina C.

1.2.9. Alimentos concentrados o balanceados

Según lo mencionado por Ocampo (2015), los alimentos balanceados son el producto final de la unión de diferentes alimentos cuya cantidad y proporción busca cubrir por un periodo de 24 horas los requerimientos alimenticios y nutricionales de una especie. Por su formulación no pueden ser llamados raciones balanceadas, pero si piensos balanceados o dietas equilibradas.

Según lo referido por el (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2016) los alimentos concentrados cuya fuente son productos de origen animal y vegetal son ricos en proteína y energía. Los mismos que se encuentran contenidos en frutos, granos, subproductos agrícolas, procesamiento de granos y en subproductos de origen animal como harina de sangre, harina de pescado, harina de huesos y de plumas, estos últimos en su mayoría se emplea en menor volumen, ya que, presentan mayor valor nutricional y son altamente digestibles. Por su parte los granos de cereales son ricos en carbohidratos, lípidos y proteínas dependiendo si son de especie gramíneas o leguminosas. Por ejemplo, la soya es rica en proteínas, el maíz, sorgo trigo son ricos en almidón, mientras que, el girasol y las semillas de ajonjolí son ricos en lípidos.

1.2.10. Harina de sangre

La harina de sangre es un subproducto de la industria cárnica con un alto contenido proteico (75-85 %), debido a sus características nutricionales y un alto coeficiente de digestibilidad (95,5 %), se utiliza en más frecuencia en la alimentación de especies monogástricos (cuyes, cerdos, aves, peces, etc.) y rumiantes. Esto se debe, a que contiene uno de los aminoácidos más importantes para el desarrollo humano y animal, la lisina (8,9 %), este aminoácido se encuentra en bajas cantidades en los cereales y suele ser un factor limitante en el crecimiento de muchos seres vivos (Ricci, 2012).

De igual manera, Lázaro (2017) refiere que una de las ventajas de la harina de sangre es poseer un contenido proteico de 75 – 85 %, además de un alto coeficiente de digestibilidad que es del 99 %, también señala que la harina de sangre contiene uno de los aminoácidos fundamentales para el desarrollo humano y animal: la lisina, la cual es un factor restrictivo para el crecimiento muchos seres vivos y es utilizada por los organismos con fines anabólicos o catabólicos.

Por otra parte, Cabrera (2000) señala que la harina de sangre conformada por plasma, fracción celular y fracción fibrilar, agregando a lo anterior, La (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal [FEDNA], 2015), señala que la sangre está conformada por fracción celular, plasma y fracción fibrilar. La fracción celular es rica en hemoglobina y está compuesta por eritrocitos, leucocitos y plaquetas; el plasma contiene diversas sustancias como proteínas solubles (albúminas y globulinas), ácidos grasos no esterificados, lipoproteínas y sales minerales; las proteínas de la fracción sérica y la fibrina son de mejor calidad que la hemoglobina. Es importante mencionar que para cualquier uso que quisiera darse a la sangre esta debe obtenerse en condiciones asépticas (preferiblemente por extracción directa)

1.2.11. Hemoglobina

La hemoglobina (Hb) es una proteína globular y forma parte de los hematíes en grandes cantidades, en los pulmones se encarga de fijar el nitrógeno y a través de la sangre lo traslada a las células y tejidos que envuelven el lecho capilar del sistema vascular; la hemoglobina ha jugado un papel histórico en la química, biología y medicina debido a una función fisiológica específica. Estructuralmente lo conforman cuatro cadenas polipeptídicas donde una contiene un grupo prostético hem, que viene a ser la fracción no polipeptídica de las proteínas mientras que el hem viene a ser una molécula de porfirina cuyo centro contiene un átomo de hierro en oxidación ferroso (+2) y dependiendo unión del oxígeno forman enlaces de coordinación de cinco o seis. La hemoglobina por su composición de cadenas polipeptídicas α -globina y dos β -globina se aísla en forma tetramérica. Donde cada monómero de globina contiene un grupo hem. La secuencia de aminoácidos de las cadenas α y β son 50 % idénticas, lo que, indica que los dos genes que las codifican son descendientes de un ancestro común (Pañuela, 2005).

La oxidación de la hemoglobina se realiza de forma escalonada donde los compuestos intermedios son denominados híbridos de valencia y son el producto de la liberación de O_2 molecular, en esta escala se generan aniones superóxido o peróxido que oxidan al Fe^{+2} a Fe^{+3} . Normalmente al día se generan de 0,5 a 3,0 % de metahemoglobina al día que por acción de la enzima citocromo b metahemoglobina reductasa se convierte en hemicromos (Pañuela, 2005).

La hemoglobina en polvo con nombre comercial “LICAN CELLS”, es producida por la empresa LICAN S.A (Functional protein source).

a. Lican S.A. (Functional protein source)

LICAN es una empresa que viene trabajando desde el año 1991 en el desarrollo y comercialización de proteínas funcionales derivadas de la sangre bovina, cuya misión es

recuperar la sangre bovina procedente de los mataderos con el fin de darles un valor agregado generando así proteínas específicas que satisfagan las necesidades de la industria alimentaria para el consumo humano y la crianza pecuaria demandadas en el mercado nacional e internacional (LICAN, 2015).

b. Control de calidad

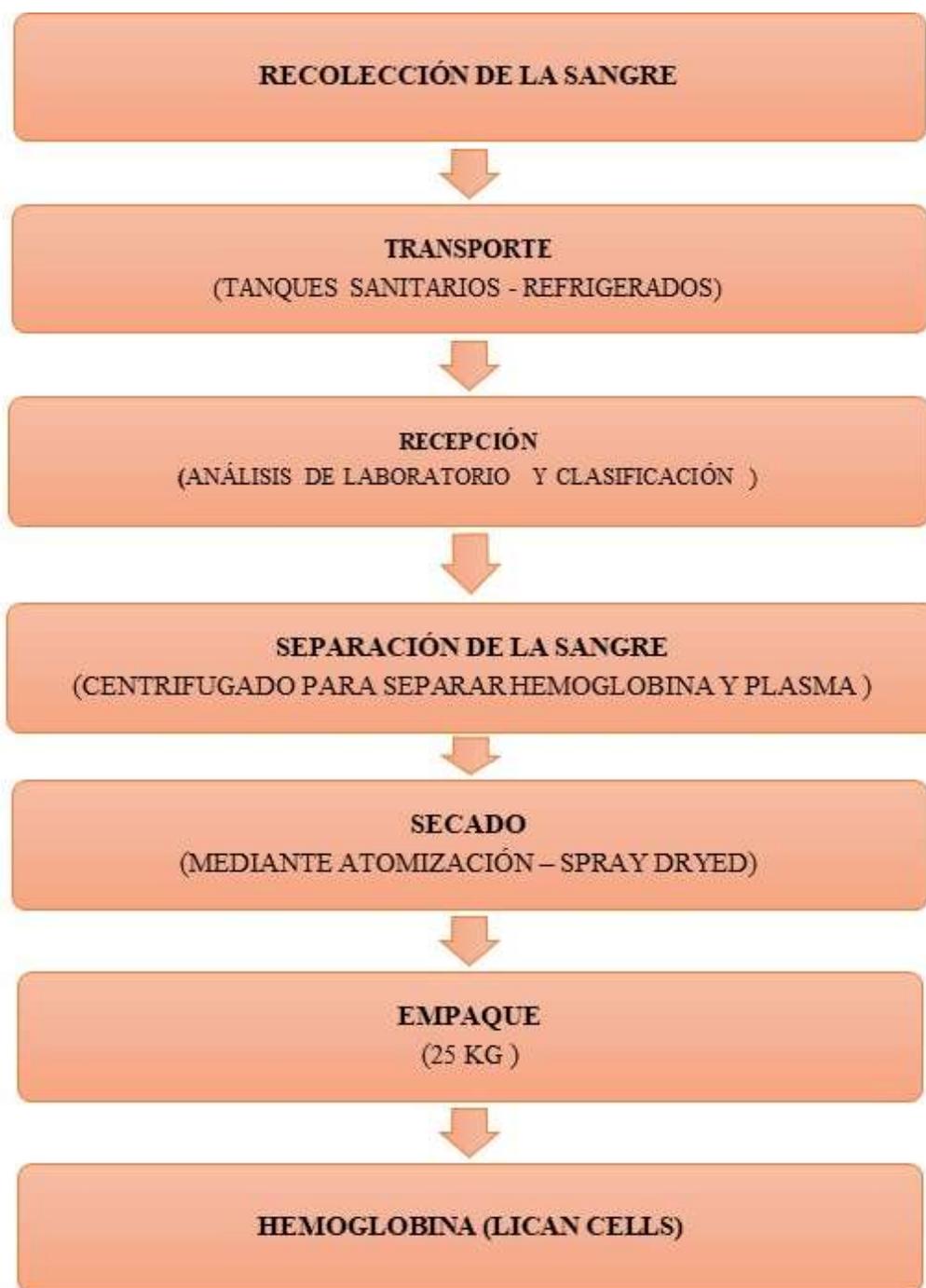
En los mataderos de animales de carne la sangre obtenida del sacrificio de estos en su mayoría es considerada como desperdicio, sin embargo, esta sangre al ser recolectada se convierte en una materia prima noble y fuente de una gama de productos de proteínas naturales altamente beneficiosas para la industria alimentaria, la nutrición y la farmacopea. Debido a que, la materia prima es un producto vivo y frágil requiere de estrictas condiciones de higiene, cadena de frío y una logística compleja de recolección y procesamiento (LICAN, 2015).

Para ello, la empresa cuenta con un amplio laboratorio que garantiza que los procesos de recolección y procesamiento de materias primas en todas las etapas cumplan con los estrictos estándares de higiene (HACCP, GMP). A su vez, su mayor esfuerzo se centra en mantener la integridad y la funcionalidad de las proteínas plasmáticas mediante pruebas microbiológicas estrictas, evaluación continua del grado de hemólisis y control del nivel de inmunoglobulinas en el polvo de plasma (LICAN, 2015).

c. Flujograma del proceso de elaboración de LICAN CELLS (Hemoglobina en polvo)

Figura 1

Flujograma del proceso de elaboración de la Hemoglobina "LICAN CELLS"



Nota. Flujograma del proceso de elaboración de la Hemoglobina, tomado como referencia LICAN, 2015.

d. Lican Cells (Spray Dried Blood Cells, “hemoglobina de bovinos en polvo”)

Lican cells (Hemoglobina en polvo) se origina a partir de la sangre de bovinos provenientes de los mataderos mediante un proceso de deshidratación en Spray. Se utiliza en la alimentación acuícola, de mascotas y cerdos cuyo método de aplicación consiste en adicionar directamente al alimento dosis desde el 1 % hasta el 10 %. Posee un periodo de vida útil de dos años desde la fecha de su elaboración y debe almacenarse en un ambiente fresco y seco. Se encuentra en presentaciones de 25 kg, en bolsas de papel de doble hoja exterior y bolsa de polietileno en el interior (LICAN-Lican cells 92. Pag 01. Pdf. 2015). El análisis de composición se encuentra detallado en las Tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5

Análisis físico - químico de la hemoglobina

Contenido	Valores
Proteína total	90 % mínimo
Humedad	8 % máximo
Grasa	2 % máximo
Cenizas	6 % máximo

Nota: LICAN-Lican cells 92. Pdf. (2015).

Tabla 6

Análisis microbiológico de la hemoglobina

Contenido	Valores
Recuento aeróbicos totales	< 400,000 germs. /g
<i>Salmonella</i>	Ausente / 25 g
<i>E. coli</i>	Ausente / g
Enterobacterias	< 10 germs. /g

Nota: LICAN-Lican cells 92. Pdf. (2015)

Tabla 7*Perfil de aminoácidos de la hemoglobina*

Contenido	Valores (%)
Alanina	7,20
Arginina	4,10
Ácido aspártico	10,60
Cistina	0,61
Ácido glutámico	7,81
Glicina	4,70
Histidina	7,10
Isoleucina	0,55
Leucina	13,15
Lisina	8,82
Metionina	0,81
Fenilalanina	6,85
Prolina	3,20
Serina	3,90
Treonina	3,48
Triptófano	1,28
Tirosina	1,95
Valina	8,90

Nota: LICAN-Lican cells 92. Pdf. (2015)

Características de lican cells

LICAN (2015) señala que LICAN CELLS (Hemoglobina en polvo) posee las siguientes características:

- Producto rico en proteínas (92 %) altamente digestible y palatable. Contiene un alto nivel de lisina (8 %) y otros aminoácidos esenciales.

- Es una fuente de proteínas muy estable y segura, ya que, es elaborado bajo rigurosos procedimientos de aseguramiento de calidad (GMP y HACCP) siendo un producto inocuo, seguro y natural para la alimentación animal.
- Se puede utilizar en dietas de muchas especies desde monogástricos hasta peces.
- El rango típico de inclusión en alimentos acuícola es 2,5 a 7,5 %. En cerdos en crecimiento se recomienda una inclusión que fluctúa entre 1,5 a 3,0 %. Es una alternativa ideal para reemplazar harina de pescado, la cual puede ser muy costosa y muy variable en su composición.
- Mejora calidad física del pellet, gracias a las cualidades funcionales de la proteína de la sangre (coagulación y gelificación) que actúan como un elemento ligante (binder) mejorador la calidad física del alimento (estabilidad en el agua) especialmente en pellet de pequeño tamaño y en alimentos quebrados (crumbled).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

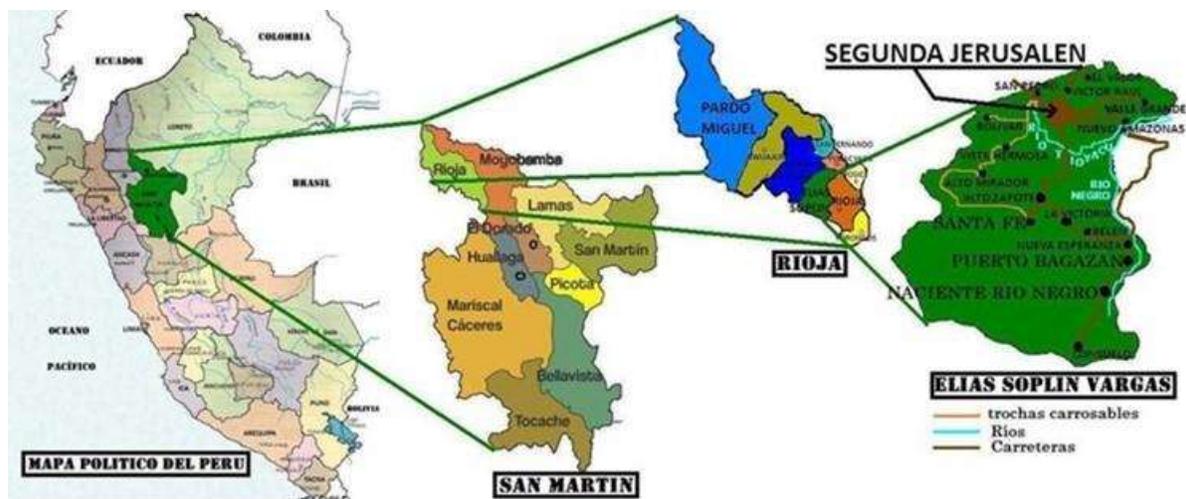
Debido a la realización de procesos que generaron datos, para ser posteriormente analizados con la finalidad de probar la hipótesis formulada en la investigación esta presentó un enfoque cuantitativo. También empleó un diseño de tipo experimental y de alcance explicativo, ya que, se manipuló intencionalmente la variable independiente (hemoglobina) con el fin de analizar los efectos y consecuencias que generó sobre las variables dependientes tales como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, tiempo de comercialización y la dieta más eficiente y rentable (Hernández *et al.*, 2014).

2.2. Lugar y fecha

La investigación fue realizada en las instalaciones de la granja familiar “NITA”, ubicada en la ciudad de Segunda Jerusalén, distrito Elías Soplín Vargas, provincia Rioja, región San Martín, como se observa en la Figura 1; teniendo una duración de 3 meses desde mayo hasta julio del 2020.

Figura 2

Mapa geográfico de la ciudad de Segunda Jerusalén



Nota: El mapa geográfico muestra la ubicación de la ciudad de Segunda Jerusalén, distrito Elías Soplín Vargas, región San Martín, 2017.

a. Ubicación geográfica:

Latitud: 5° 59' 27,691" s

Longitud: 77° 16' 36,79" w

Altitud: 852, 0554 m s.n.m

La Figura 3 muestra la ubicación geográfica de la granja familiar NITA.

Figura 3

Mapa geográfico de la granja familiar NITA



Nota: Google Earth, 2019.

2.3. Descripción de la investigación

La etapa de investigación estuvo conformada por tres etapas (Pre-experimental, experimental y gabinete) detalladas de la siguiente manera:

2.3.1. Etapa Pre-experimental

- La etapa Pre-experimental consistió en la adecuación del lugar donde estuvo ubicado el material experimental y las actividades a realizar fueron medición del área (12 m^2), barrido de piso y paredes, desinfección con un insecticida y bactericida (Vanodine Zoetis); adjuntamente se colocó cal viva en el piso y un pediluvio al ingreso (Guerra, 2009).
- Las jaulas fueron construidas con estructura de madera y cubiertas con malla galvanizada PRODA de 3/4", con dimensiones de 2 m de largo, 0,9 m de ancho y 0,85 m de altura total. Asimismo, las jaulas fueron subdivididas en cuatro ambientes de 0,45 m de ancho y 0,9 m de largo, obteniendo un total de 12 jaulas. En cada ambiente de la jaula se usó un comedero

de tipo tolva con capacidad de 5 kg de alimento concentrado y un bebedero con capacidad de 250 ml (Vivas y Carballo 2013).

- Compra y/o adquisición de instrumentos necesarios para la ejecución del proyecto como balanza digital gramera, termohigrómetro, comedero tipo tolva, bebederos de arcilla e insumos alimenticios.

- Se realizó la formulación del alimento balanceado para la alimentación de los cuyes en las etapas de crecimiento y engorde (ver Apéndices 1 y 3) con el Solver de Excel en función a los requerimientos nutricionales del cuy en sus diferentes etapas (Tabla 3) señalados por Vergara (2016). De igual forma para obtener los datos nutricionales de las materias primas e insumos se tomó como referencia las tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (FEDNA, 2015).

- Compra de insumos, hemoglobina, aditivos, vitaminas y antibióticos.

2.3.2. Fase experimental

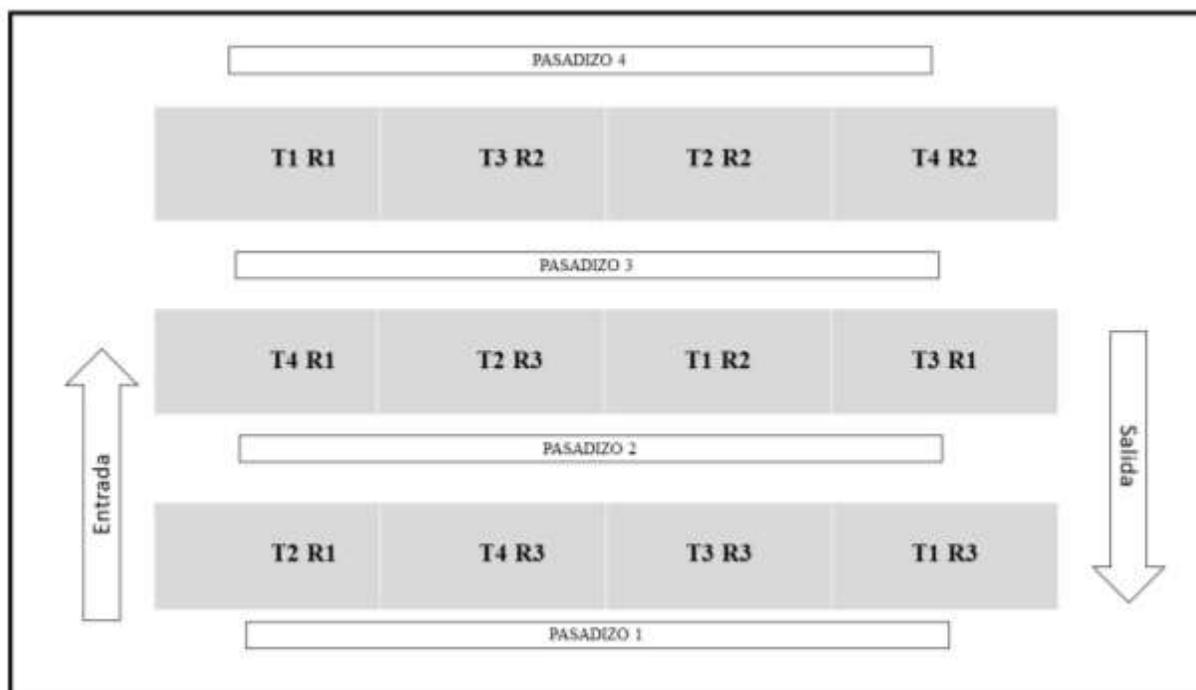
La parte experimental tuvo una duración de dos meses, inició el 18 de mayo y finalizó el 10 de julio del 2020. En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- **Adquisición de los cuyes.** Se compró 36 cuyes machos juveniles de 25 (\pm 1) días de edad del fenotipo Perú a la Empresa Consultora, Constructora León de la Tribu de Judá S.A.C., ubicada en Segunda Jerusalén, distrito de Elías Soplín Vagas, Provincia de Rioja. El peso promedio de los cuyes fue de 428 g/cuy, los cuales estuvieron tres días en un proceso de adiestramiento tanto al nuevo ambiente como al nuevo sistema de alimentación (Vivas y Carbayo,2013).

- **Aretado y toma de peso inicial.** Se realizó el Aretado para la identificación y a su vez la toma de pesos al inicio de la etapa de crecimiento, ver Apéndice 5. Seguidamente se ubicaron los cuyes dentro de sus jaulas quedando el ensayo dispuesto como lo muestran la Figura 4 y el Apéndice 15.

Figura 4

Esquema de disposición del ensayo



Nota. La figura muestra la ubicación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones

- **Alimentación.** Se proporcionó una alimentación mixta a base de alimento balanceado y forraje verde (chala de maíz), debido a que el suministro de forraje dentro de la alimentación permite una adecuada ingestión de vitamina C y fibra y un porcentaje de nutrientes. Por su lado, el alimento balanceado satisface los requerimientos necesarios de proteína, minerales, energía y otras vitaminas permitiendo que este tipo de alimentación ayude a que los animales logren un óptimo rendimiento (Panduro, 2019). El alimento balanceado se proporcionó en horas de la mañana, diariamente la cantidad de 50 g por jaula, inicialmente en un comedero tipo tolva con base de aluminio la misma que aumentó diariamente en

relación al consumo del día anterior; seguidamente se proveyó chala de maíz en base al 20 por ciento de su peso vivo, como se muestra en el Apéndice 16.

- **Suministro de agua.** El agua se proveyó de manera *ad libitum* diariamente. Así mismo, se adicionó al agua Hematec (suplemento vitamínico y con propiedades antiestresantes), dosis de 2 ml / l de agua) cada vez que se manipuló a los cuyes para la toma de peso

- **Toma de peso.** La toma de datos del presente experimento tuvo una duración de 56 días, el cual, se evaluó cada semana (siete días) a las 7: 30 am; para ello, los cuyes se pesaron individualmente en una balanza digital con (± 2) gramos (ver Apéndices 5 y 17).

2.3.3. Etapa de gabinete

La etapa final de la investigación consistió en ordenar y tabular los resultados obtenidos, los cuales posteriormente fueron analizados estadísticamente e interpretados. Finalizando con la redacción del documento de tesis quedando listo para ser expuesto y defendido con bases sólida.

2.4. Tratamientos

La composición porcentual de los tratamientos se encuentra plasmada en la Tabla 8. La investigación lo conformaron 4, de los cuales tres contenían porcentajes de hemoglobina 1, 2 y 3 % y un tratamiento testigo con alimento balanceado comercial, con el fin de evaluar si la inclusión de harina de sangre causó efecto en los parámetros productivos del cuy. La composición nutricional y el valor nutritivo de cada tratamiento para las diferentes etapas (crecimiento y engorde) están en los Apéndices 2 y 4.

Tabla 8*Conformación de los tratamientos*

Tratamiento	Repeticiones	Nivel de hemoglobina (%)	N° Animales
T1(testigo)	3	0	9
T2	3	1	9
T3	3	2	9
T4	3	3	9

2.5. Unidades experimentales

La presente investigación tuvo como unidad experimental 1 cuy y una población de 36 cuyes machos del fenotipo Perú de 25 (± 1) día de edad, los cuales, fueron ubicados en 4 grupos experimentales con tres repeticiones por cada grupo y se le asignó a cada grupo su respectivo tratamiento (T1 = 0 %, T2 = 1 %, T3 = 2 %, y T4 = 3 % de hemoglobina).

2.6. Identificación de las variables y su mensuración

2.6.1. Ganancia de peso

La variable ganancia de peso fue adquirida al inicio y cada semana en horario de mañana (7:00 am). Su valor final fue obtenido al restar el peso final menos el peso inicial. Para el control se utilizó una balanza electrónica de capacidad de 5 kg con una sensibilidad de 1 g y para el cálculo se empleó la siguiente fórmula (Shimada, 2003). (ver datos en el Apéndice 6).

$$\mathbf{GP (g) = PF (g) - PI (g)}$$

Donde:

GP (g) = Ganancia de peso en gramos

PF (g) = Peso final en gramos

PI (g) = Peso inicial en gramos

2.6.2. Consumo de alimento

El consumo de alimento total se determinó sumando el consumo de materia seca del concentrado, menos la materia seca del alimento residual (concentrado) (Shimada, 2003), tal como se detalla en la siguiente fórmula:

$$CA (g) = RD (g) - R (g)$$

Donde:

CA (g) = Consumo de alimento en gramos

RD (g) = Ración diaria en gramos

R (g) = Residuo en gramos

2.6.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia (C.A.) fue el resultado de la división del consumo total de materia seca y la ganancia de peso (Panduro, 2019), tal como lo muestra la fórmula:

$$CA = (CMS (g/día)) / (GP (g/día))$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

CMS (g/d) = Consumo de materia seca en gramos por día

GP (g/d) = Ganancia de peso en gramos por día

2.6.4. Rendimiento de carcasa

Para la evaluación del rendimiento de carcasa los 36 cuyes fueron beneficiados, quedando únicamente la carcasa, la cual, incluye piel, cabeza, patitas y vísceras (corazón, pulmón, hígado, bazo, riñones y testículos) para posteriormente ser pesados y registrados (ver Apéndice 18). El rendimiento de carcasa (%) fue determinado con la siguiente fórmula: (Panduro, 2019).

$$\mathbf{RC (\%) = (PV (g) * PC (g))}$$

Donde:

RC (%) = Rendimiento de carcasa en porcentaje

PV (g) = Peso vivo en gramos

PC (g) = Peso de carcasa en gramos

2.6.5. Retribución económica

La retribución económica fue la cantidad de dinero que se obtuvo por cada sol invertido, considerando los costos de producción y los costos de venta por cada tratamiento y fue determinada con la siguiente fórmula: (Shimada, 2033).

$$\mathbf{RE (S/.) = CV(S/.) - CP (S/.)}$$

Donde:

RE (S/.) = Retribución económica en soles

CV (S/.) = Costo en venta en soles

CP (S/.) = Costo de producción en soles

2.7. Diseño estadístico del experimento

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro (04) tratamientos en estudio y tres repeticiones por cada tratamiento.

Modelo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Ganancia de peso en gramos, Consumo de alimento en gramos, Conversión alimenticia y Rendimiento de carcasa con el i - ésimo tipo de ración, en el J – esimo animal como repetición

μ = Efecto de la Media general en Ganancia de peso, Consumo de alimento en gramos, Conversión alimenticia y Rendimiento de carcasa

t_i = Efecto del i – ésimo tipo de ración.

E_{ij} = Efecto del error experimental en el i – ésimo tipo de ración, en el J – esimo animal como repetición.

2.8. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron consolidados en una base de datos Excel, posteriormente sistematizados en el programa estadístico InfoStat. Asimismo, se realizó un ANDEVA para los siguientes parámetros: peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa; para encontrar la diferencia entre la media de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de ($p < 0,05$).

2.9. Materiales y equipos

2.9.1. Insumos y aditivos

Insumos para el alimento balanceado (Maíz, subproducto de trigo, heno de alfalfa, trigo, Soya integral, hemoglobina), aditivos (colimax, premezcla cuy, metionina, fosfato granulado, carbonato de calcio, sucran, hepatoprotector, sal yodada, bicarbonato de sodio, atrapador, antihongo, antioxidante, vio premiun, enramax y herbal C). Tanto insumos como aditivos se mezclaron con los diferentes porcentajes de hemoglobina de acorde al tratamiento.

2.9.2. Equipos

- Balanza gramera DIGITAL de 5 kg
- Termómetro ambiental
- Higrómetro

2.9.3. Materiales de trabajo

- Comederos tipo tolva
- Bebederos de arcilla
- Libreta de notas
- Hojas de recolección de datos
- Cámara digital
- Lapicero
- Calculadora
- Recipiente
- Cal viva

2.9.4. Material biológico

- 36 cuyes machos de la raza Perú de (± 1 día) 28 días de edad.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Evaluación del peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la carcasa

3.1.1. Peso final

De acuerdo a los resultados presentes en la Tabla 09, se realizó el análisis de varianza para el peso final (Tabla 10), el cual refleja la existencia de diferencias significativas a nivel de tratamientos con tres niveles de hemoglobina utilizados, la verificación de los supuestos se encuentra en el Apéndice 10.

Tabla 9

Resultados de la medición del peso final (g) obtenido en los cuyes a las 8 semanas de evaluación

Repeticiones	Tratamientos			
	T1 (g)	T2 (g)	T3 (g)	T4 (g)
R1	1 169,00	1 158,00	1 197,33	1 211,67
R2	1 090,67	1 196,33	1 178,00	1 219,67
R3	1 160,33	1 197,00	1 206,67	1 201,33
Σ	3 420,00	3 551,33	3 582,00	3 632,67
X	1 140,00	1 183,78	1 194,00	1 210,89

Tabla 10

Análisis de varianza del peso final (en gramos) obtenida en los tratamientos a las 8 semanas de evaluación

f.v.	sc	gl	Cm	f	p-valor
Modelo	8 255,00	3	2 751,67	4,2	0,0465
Tratamiento	8 255,00	3	2 751,67	4,2	0,0465
Error	5 246,67	8	655,83		
Total	13 501,67	11			

En acorde a los resultados expuestos en el análisis de varianza, los cuales mostraron que existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple Tukey (Tabla 11), la cual demostró que el mayor peso promedio lo obtuvo el T4 (dosis a 3 % de hemoglobina) y el menor peso promedio en el T1 (dosis a 0 % de hemoglobina o Testigo).

Tabla 11

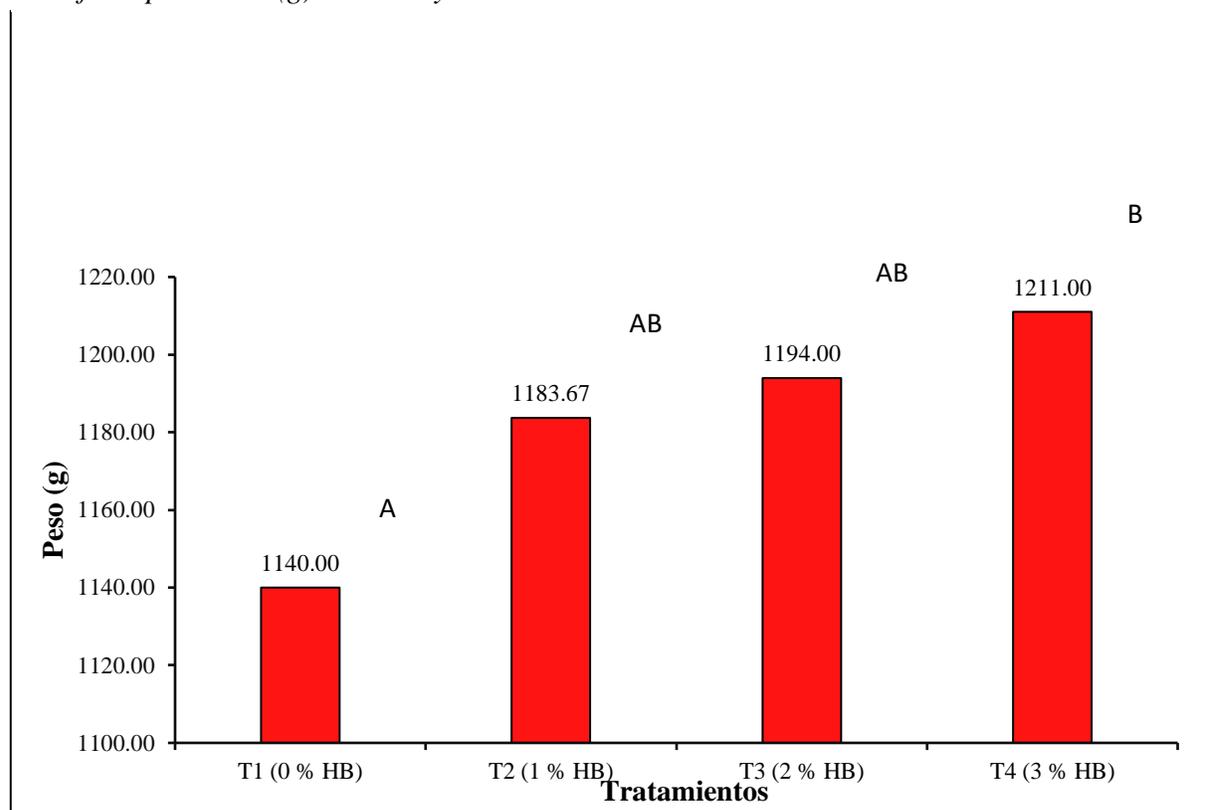
Análisis de comparación múltiple de Tukey para la variable de peso final

Tratamientos	medias	n	e.e.		
T1	1 140, 00	3	14,79	A	
T2	1 183, 67	3	14,79	A	B
T3	1 194, 00	3	14,79	A	B
T4	1 211, 00	3	14,79		B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Figura 5

Peso final promedio (g) de los cuyes a las 8 semanas de evaluación



Nota: La figura muestra el peso final promedio (gramos) que obtuvieron los cuyes a las 8 semanas de ser evaluados en los cuatro tratamientos donde se evidencia a que a mayor cantidad de hemoglobina el peso final es mayor.

3.1.2. Ganancia de peso

Basándose en los resultados obtenidos en la ganancia de peso promedio de los cuyes, presentados en la Tabla 12, se observaron valores diferenciados entre los cuatro tratamientos. Esto llevó a la realización del análisis de varianza con un nivel de significancia del 5 %, el cual mostró que existe una diferencia significativa en los cuatro tratamientos con diferentes niveles de hemoglobina, como se detalla en la Tabla 13. La verificación de los supuestos se encuentra disponible en el Apéndice 11.

Tabla 12

Resultados de la medición de la ganancia de peso (g) obtenida en los cuyes a las 8 semanas de evaluación

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	742	731	775	788
R2	672	769	744	784
R3	721	764	781	778
Σ	2 135	2 263	2 300	2 349
X	712	754	767	783

Tabla 13

Análisis de varianza de la ganancia de peso (g) obtenida en los tratamientos a las 8 semanas de evaluación

f.v.	sc	gl	cm	f	p-valor
Modelo	8 380,92	3	2 793,64	5,29	0,0265
Tratamientos	8 380,92	3	2 793,64	5,29	0,0265
Error	4 223,33	8	527,92		
Total	12 604,25	11			

En consecuencia a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Tabla 13), el cual indicó que existen diferencias significativas en los tratamientos, se efectuó la prueba de comparación múltiple de Tukey (Tabla 14). La tabla mostró que existe diferencia significativa entre los tratamientos T1 con 0 % de hemoglobina y el T4 con 3 % de hemoglobina, siendo el T4 el que presentó el mayor valor de la ganancia de peso promedio y el T1 el menor valor.

Tabla 14

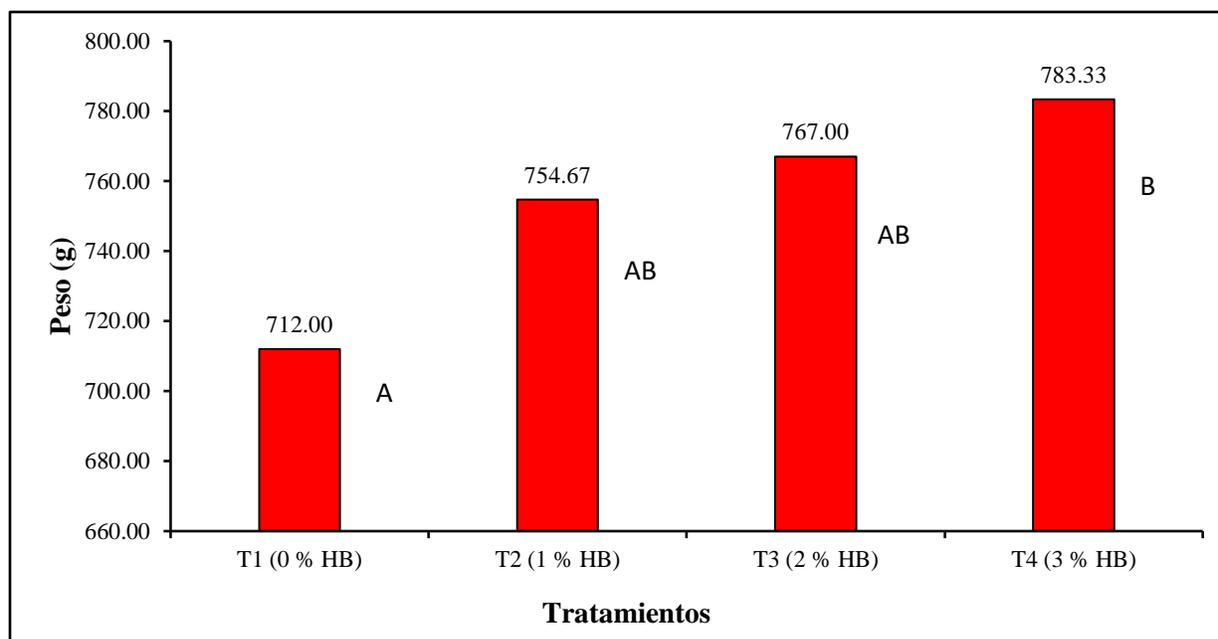
Análisis de comparación múltiple de Tukey para la variable de ganancia de peso

Tratamientos	medias	n	e.e.	
T1	712,00	3	13,27	A
T2	754,67	3	13,27	A B
T3	767,00	3	13,27	A B
T4	783,33	3	13,27	B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Figura 6

Ganancia de peso promedio (g) de los cuyes a las 8 semanas de evaluación



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). La figura muestra la ganancia de peso promedio (en gramos) que obtuvieron los cuyes a las 8 semanas de ser evaluados en los cuatro tratamientos evidenciándose que los tratamientos con hemoglobina alcanzaron mayor ganancia de peso e relación al testigo.

3.1.3. Conversión alimenticia

En función a los resultados presentados en la Tabla 15, los cuales muestran valores poco diferenciados de la conversión alimenticia promedio de los cuatro tratamientos con. Esto llevó a realizar el análisis de varianza de un factor, el cual indicó que no existe diferencia significativa entre los cuatro tratamientos con diferentes niveles de hemoglobina, sin embargo, se observó que numéricamente el T4 con 3 % de hemoglobina alcanzó la mejor conversión con 3,57 por su parte el T1 con 1 % de hemoglobina presentó el mayor valor con 3,9 (Tabla 16). La verificación de los supuestos de la variable conversión alimenticia se encuentran en Apéndice 12.

Tabla 15*Resultados de la conversión alimenticia de los cuyes*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	3,85	3,73	3,71	3,51
R2	3,67	3,87	3,67	3,64
R3	4,03	4,10	3,53	3,55
Σ	11,55	11,70	10,91	10,70
X	3,85	3,90	3,64	3,57

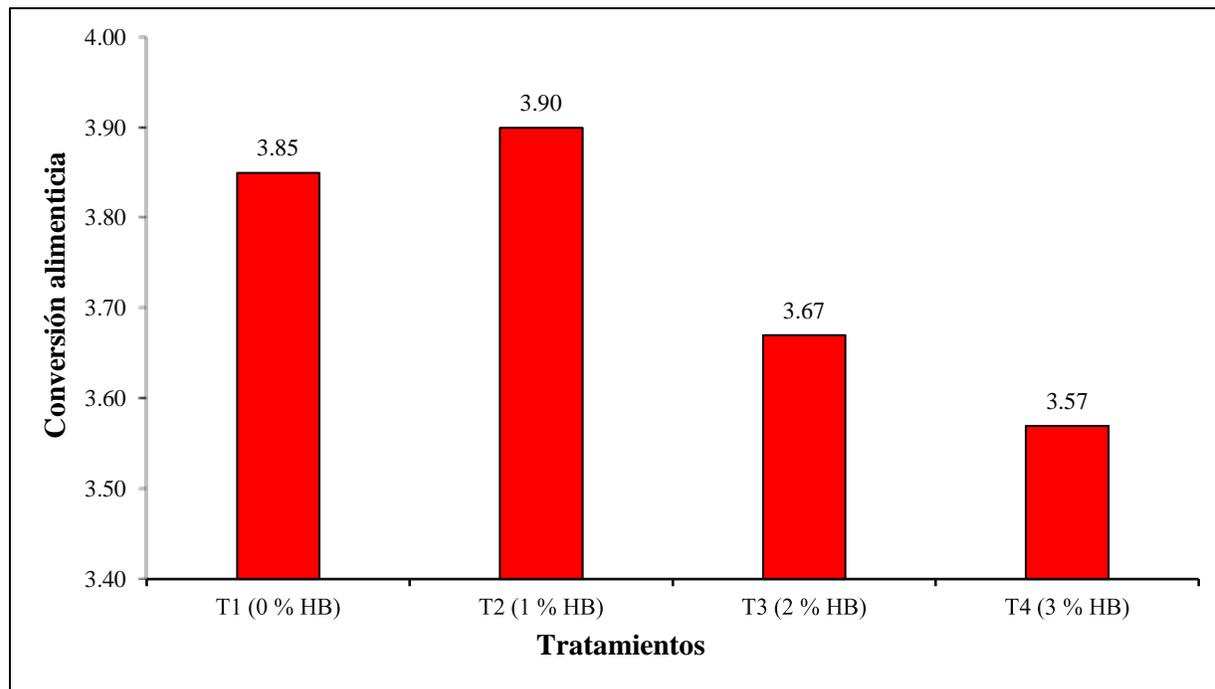
Tabla 16*Resultados del Análisis de varianza en la variable conversión alimenticia*

f.v	sc	gl	cm	f	p-valor
Modelo	0,24	3	0,08	3,87	0,0559
Tratamientos	0,24	3	0,08	3,87	0,0559
Error	0,16	8	0,02		
Total	0,40	11			

Asimismo, la Figura 7 muestra la diferencia que existe entre los tratamientos T2 y T4, siendo el T4 el que tiene el menor valor con 3,57 y T2 con 3,90.

Figura 7

Conversión alimenticia de los cuyes a las 8 semanas de evaluación



Nota: La figura muestra la conversión alimenticia promedio que alcanzaron los cuyes a las 8 semanas de ser evaluados en los cuatro tratamientos evidenciándose que a mayor cantidad de hemoglobina dentro de la dieta se logró mejor conversión.

3.1.4. Rendimiento de carcasa

La Tabla 17 muestra los resultados promedio del rendimiento de carcasa de los cuyes a las 8 semanas de evaluación. se observó valores diferenciados que conllevo a realizar el análisis de varianza de un solo factor (*P-value* menor que 0,05), los cuales mostraron que existe diferencias significativas en al menos uno de los cuatro tratamientos con diferentes niveles de hemoglobina (Tabla 18), la verificación de los supuestos del rendimiento de carcasa se encuentra en el Apéndice 13.

Tabla 17

Resultados de la medición del rendimiento de carcasa (%) obtenida por los cuyes a las 8 semanas de evaluación

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	70,28	70,47	71,96	72,82
R2	69,34	70,58	71,80	72,97
R3	69,84	70,84	71,79	72,59
Σ	209,46	211,90	215,56	218,38
X	69,82	70,63	71,85	72,79

Tabla 18

Análisis de varianza del rendimiento de carcasa (%) de los cuyes obtenida en los tratamientos

f.v.	sc	gl	Cm	f	p-valor
Modelo	15,51	3	5,17	68,23	<0,0001
Tratamientos	15,51	3	5,17	68,23	<0,0001
Error	0,61	8	0,08		
Total	16,11	11			

Basándonos en los resultados presentados en el análisis de varianza, el cual mostró que existe diferencia significativa en al menos uno de los tratamientos. Se realizó el análisis de comparación múltiple de Tukey (Tabla 19), el cual señaló que existe diferencias significativas entre los 4 tratamientos, siendo el T4 con 3 % de hemoglobina el que obtuvo el mayor rendimiento (72,79 %), seguido del T3 (71,85 %), T2 (70,63 %) y el menor valor en el T1 (69,82 %), ver también Figura 8.

Tabla 19

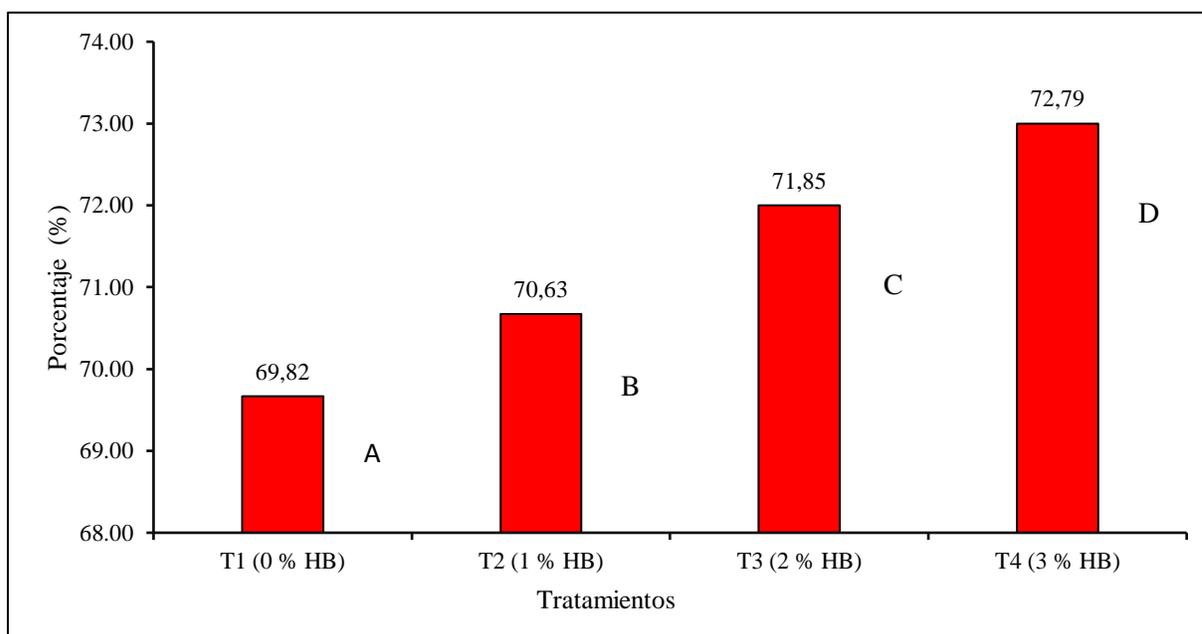
Análisis de comparación múltiple de Tukey para la variable de rendimiento de carcasa

Tratamientos	medias	n	e.e.			
T1	69,82	3	0,16	A		
T2	70,63	3	0,16		B	
T3	71,85	3	0,16			C
T4	72,79	3	0,16			D

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

Figura 8

Rendimiento de carcasa promedio (%) de los cuyes a las 8 semanas de evaluación



Nota: La figura muestra el rendimiento de carcasa promedio que alcanzaron los cuyes a las 8 semanas de ser evaluados en los cuatro tratamientos evidenciándose que a mayor cantidad de hemoglobina dentro de la dieta el rendimiento de carcasa es mejor.

3.2. Tiempo que demoran los cuyes para alcanzar el peso de comercialización

La Tabla 20 y la Figura 9 presentan el peso promedio de los cuyes en las semanas 10, 11 y 12. En los resultados presentados en la semana 10 se observó que los cuyes alcanzaron pesos menores de 1 002 g que expresado en porcentaje equivale a 0 % con respecto al peso de comercialización; mientras que la semana 11 muestra que el T4 alcanzó el 100 % del peso de

comercialización seguido de los tratamientos T3 con 88,9 %, el T2 con 77,8 % y el T1 con 4,4 %. Asimismo, podemos evidenciar que en la semana 12 los cuatro tratamientos alcanzaron el 100 % del peso de comercialización.

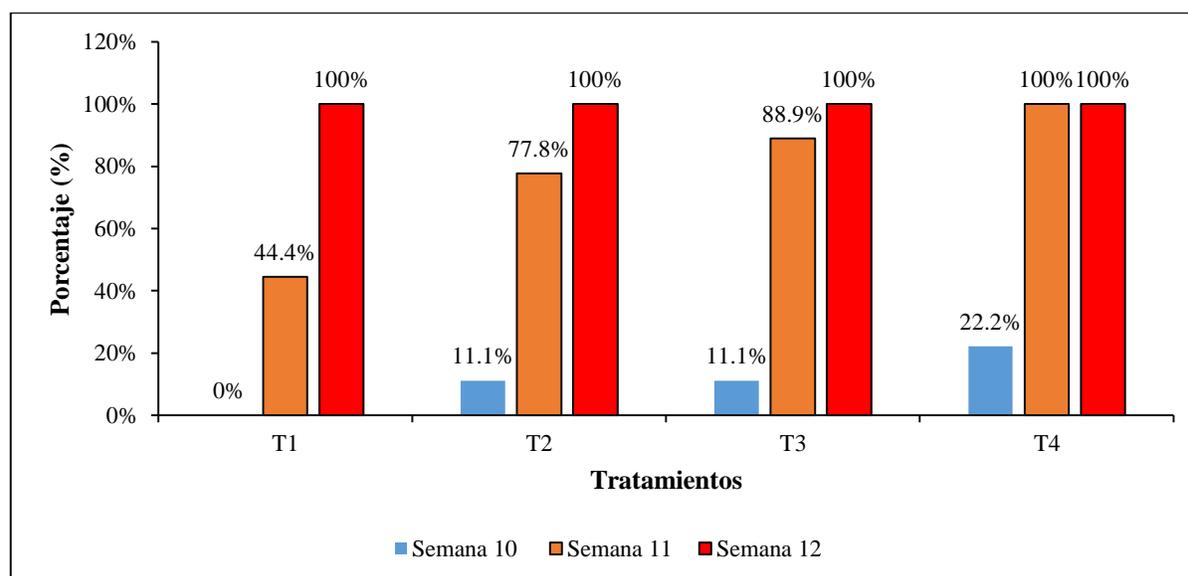
Tabla 20

Resultados de medición del tiempo en el cual los cuyes alcanzan el peso de comercialización

X	Edad (semanas)		
	Semana 10	Semana 11	Semana 12
	T1 (0 % Hb)	0 % (942 g)	44,4 % (1 045 g)
T2 (1 % Hb)	11,1 % (980 g)	77,8 % (1 090 g)	100 % (1 184 g)
T3 (2 % Hb)	11,1 % (988 g)	88,9 % (1 100 g)	100 % (1 194 g)
T4 (3 % Hb)	22,2 % (1 002 g)	100 % (1 103 g)	100 % (1 211 g)

Figura 9

Porcentaje de cuyes que alcanzaron el peso de comercialización (g) en las semanas 10,11 y 12



Nota: La figura muestra el porcentaje de cuyes que alcanzaron el peso de comercialización en las semanas 10, 11 y 12, donde se observa que a partir de la semana 11 comienzan a lograr dicho peso y en la semana 12 se logra alcanzar en un 100 % al usar hemoglobina al 3 %. El peso de comercialización equivale a 1 040 g, el cual fue alcanzado a las 8 semanas de edad (INIA, 2011).

3.3. Determinación del consumo total de alimento por tratamiento

La Tabla 21 muestra el consumo total promedio de alimento balanceado con diferentes niveles de hemoglobina consumido por los cuyes durante las 8 semanas de evaluación, de los cuales el T1 con 0 % de hemoglobina tiene el menor consumo promedio (8 227 g) y el T2 con 1 % de hemoglobina tiene el consumo promedio más alto (8 833 g), mientras que los tratamientos T3 y T4 obtuvieron un consumo total de alimento de 8 364 g y 8 383 g respectivamente.

Tabla 21

Resultados de la medición del consumo de alimento balanceado (g) obtenido por los cuyes a las 8 semanas de evaluación

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	8 559	8 184	8 634	8 291
R2	7 398	8 925	8 197	8 568
R3	8 725	9 390	8 261	8 289
Σ	24 682	26 499	25 092	25 148
X	8 227	8 833	8 364	8 383

El análisis de varianza del consumo total de alimento (Tabla 23) mostró que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. Asimismo, la Figura 10 representa el diagrama de medias del consumo total de alimento, el cual no presenta mucha diferencia entre los tratamientos. La verificación de los supuestos del consumo total de alimento se encuentra en el Apéndice 14.

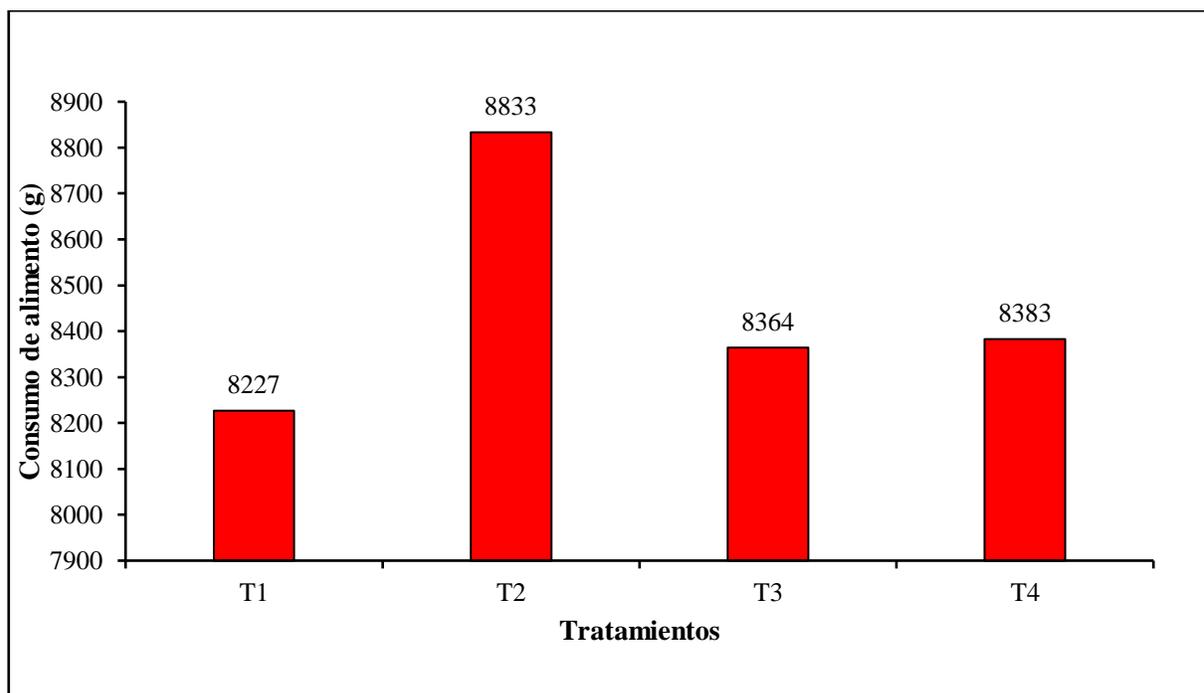
Tabla 22

Valores del análisis de varianza en la variable consumo de alimento

fv	sc	gl	cm	f	p_valor
Modelo	6 9430,25	3	23 143,42	0,86	0,5019
Tratamientos	6 9430,25	3	23 143,42	0,86	0,5019
Error	21 6362,00	8	27 045,25		
Total	28 5792,25	11			

Figura 10

Consumo de alimento promedio de los cuyes (g) a las 8 semanas de evaluación



Nota: La figura muestra el consumo promedio de alimento realizado en los 4 tratamiento observándose que los tratamientos con mayor porcentaje de hemoglobina presentan un mayor consumo a comparación del testigo

3.4. Establecer la dieta más eficiente y rentable

La Tabla 23 presenta los parámetros considerados para el cálculo de la retribución económica relativa de los cuatro tratamientos, siendo ingreso bruto por cuy logrado, costo de alimentación, costo final, ingreso neto por cuy logrado. Los cuales, después de ser analizados arrojaron la retribución económica para los cuatro tratamientos: T1 (0 %), T2 (8,02 %), T3 (15,22 %) y T4 (20,98 %); de lo cual, se observa que a mayor inclusión de hemoglobina en las raciones se

genera mayor retribución económica relativa, siendo T4 con 3 % de hemoglobina el que alcanzó el mayor valor seguido del T3, T2 y T1.

Tabla 23

Retribución económica de las raciones con hemoglobina

Índice	Porcentaje de hemoglobina			
	T1 (0 %)	T2 (1 %)	T3 (2%)	T4 (3 %)
Peso carcasa* (kg)	0,796	0,836	0,858	0,881
Precio de cuy/kg	30	30	30	30
Ingreso bruto promedio/cuy (S/)	23,88	25,08	25,74	26,43
Alimento concentrado				
Consumo por cuy (kg)	1,62	1,79	1,71	1,70
Costo (S/)	1,4	1,45	1,5	1,55
Total (S/)	2,27	2,61	2,56	2,64
Forraje: Chala de Maíz				
Consumo por cuy (kg)	1,12	1,15	1,08	1,09
Costo (S/)	0,8	0,8	0,8	0,8
Total (S/)	0,90	0,92	0,86	0,88
Costo total de alimentación (S/)	3,17	3,52	3,43	3,51
Compra de cuy (S/)	10	10	10	10
Otros (medicamentos) (S/)	0,2	0,2	0,2	0,2
Inversión final por cuy (S/)	13,37	13,72	13,63	13,71
Ingreso neto por cuy logrado (S/)	10,51	11,36	12,11	12,72
Retribución relativa (%)	100,00	108,09	115,22	121,03

Nota: *Carcasa incluye piel, cabeza, patitas y víscera (corazón, pulmón, hígado, riñón, bazo y testículos). El precio de insumos y materiales corresponden al año 2020.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la carcasa

4.1.1. Peso final (g)

Al análisis estadístico realizado en la investigación mediante el análisis de varianza con un nivel de significancia de 5 % demostraron que existe diferencias significativas en el peso final de los cuyes en los cuatro tratamientos, siendo así el T4 con 3 % de hemoglobina el que obtuvo el mayor peso con valor de 1 211 g, seguido del T3 = 1 194 g, T2 = 1 183,67 g, y el T1 (tratamiento testigo) con 1 140 g. Dichos resultados mostraron que a mayor inclusión de hemoglobina dentro del alimento balanceado se obtiene mayor peso final. Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Zamora (2016), quien evaluó el rendimiento y composición corporal de cuyes suplementados con tres niveles de harina de sangre bovina no industrial más un testigo (T0 = 0 %, T1 = 4 %, T2 = 8 % y el T3 = 12 %) y obtuvo un peso final por tratamiento de 974,11; 1 031,44; 1 058,13 y 1 017,56 g respectivamente a la novena semana experimental, en los cuales se observa que la inclusión de harina de sangre en el alimento influyó positivamente en el peso final de los cuyes tal como los representan los tratamientos T1, T2 y T3. Por otra parte, Carbajal y Corimanya (2018) evaluaron tres niveles de harina de sangre bovina (T1 = 25 % + concentrado comercial, T2 = 35 % de harina de sangre + concentrado comercial y T3 solo concentrado comercial) por un periodo de dos meses desde el momento del destete y obtuvieron pesos finales por tratamiento T1 con 952,50 g, T2 = 957,83 g y T3 = 965,17 g; los cuales no mostraron diferencias estadísticas significativas, dando a entender que la harina de sangre no influyó positivamente en el peso final de los cuyes, ya que, el tratamiento testigo presentó el mayor valor que los tratamientos con harina de sangre.

Pese a que el porcentaje de hemoglobina es mucho menor al de harina de sangre utilizado por Carbajal y Corimanya (2018), tal como detallaron ambos estudios, podemos ver que los cuyes alimentados con hemoglobina alcanzaron pesos entre 1 183, 67 g hasta los 1 211 g. Cabe señalar que la hemoglobina es un componente de la sangre y para su obtención se requiere mayor cuidado en el mantenimiento de los parámetros de calidad en el proceso aumentando así su nivel de pureza en nutrientes tal como lo indica la empresa (LICAN, 2015); mientras que la harina de sangre al ser elaborada artesanalmente al momento de la cocción, si no se tiene cuidado el control de la temperatura y el calor estos pueden causar daño en los nutrientes y reducir su calidad, lo cual no ocurre con la hemoglobina, ya que, presenta una mejor composición nutricional con respecto a la harina de sangre tal como lo manifiesta la empresa (LICAN 2015) en su análisis bromatológico; así mismo, Ricci (2012) menciona que la inclusión de harina de sangre bajo un proceso artesanal no beneficia mucho desde un punto de vista nutricional a los animales, mientras que si es recomendable cuando la procedencia es comercial debido a que el procesamiento es más tecnificado permitiéndole conservar sus nutrientes, como se sabe posee un alto contenido proteico y es rica en lisina, teniendo mayor uso en la alimentación de monogástricos y rumiantes. Por lo que se atribuye a este factor como la posible causa de la diferencia que existe para el peso final.

4.1.2. Ganancia de peso

Los resultados obtenidos en la ganancia de peso presentaron valores para el T1 = 712 g, T2 = 754, 67 g, T3 = 767 g y T4 = 783, 33 g; y una ganancia diaria de 12,7; 13,5; 13,7 y 14 g respectivamente para los tratamientos evaluados. El análisis estadístico realizado con el ANVA a un nivel de significancia del 5 % presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos: T1 con 0 % de hemoglobina = 712 g y T4 con 3 % de hemoglobina = 783,33; asimismo, ganancia diaria de 12,7 g/día y 14 g/día para ambos tratamientos respectivamente. Los resultados señalaron que la inclusión de hemoglobina dentro del alimento balanceado produjo mayor ganancia de peso en los cuyes. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Salcedo (2017) quien evaluó el comportamiento de fuentes proteicas de origen animal y vegetal, así como la unión de ambas en la ganancia de peso diaria de cuyes; como fuente proteica de origen animal utilizó harina de sangre (HS) de procedencia comercial, y

harina de alfalfa como fuente proteica de origen vegetal, siendo los tratamientos T1 (0 % de HS y 36 % harina de alfalfa), T2 (4 % de HS y 18 % de harina de alfalfa), T3 (8 % de HS y 0 % de harina de alfalfa) y T4 como testigo. En sus resultados obtuvo mayor ganancia de peso en el T3 (13,75 g) al usar harina de sangre como única fuente proteica y la menor ganancia en el T1 (11,61 g) al usar harina de alfalfa como única fuente proteica. Reflejando que la HS no influye estadísticamente, pero sí matemáticamente. Por su parte, Zamora (2016) evaluó cuatro niveles de harina de sangre bovina teniendo el tratamiento T0 con 0 %, T1 con 4 %, T2 con 8 % y T3 con 12 % en la alimentación de cuyes, obtuvo valores para la ganancia de peso T0 con 641,12 g, T1 = 608,56 g, T2= 651.11 g y T3 con 679,46 g y ganancia diaria de T0 = 10,18 g, T1 = 9,66 g, T2 = 10,34 g y T3 = 10,79 g; los resultados no presentaron diferencia estadística significativa para la variable en estudio, por lo que concluyó que la inclusión de harina de sangre en la alimentación de cuyes estadísticamente no influyó en la ganancia de peso, pero si presentó numéricamente mayor ganancia de peso al usar haría de sangre en la alimentación de cuyes

Al contrastar los resultados de la variable ganancia de peso obtenidos en la investigación frente a los resultados dados por Salcedo (2017) y Zamora (2016) observamos que la ganancia de peso obtenida con hemoglobina es mayor a los resultados con harina de sangre, pese a que el porcentaje de hemoglobina incluido en el estudio es mucho menor con respecto al porcentaje de harina de sangre. La diferencia podemos aludir al alto porcentaje de proteína que contiene la hemoglobina frente a la harina de sangre; ello se debe a que las proteínas son el principal componente de la mayor parte de los tejidos y la formación de estos depende directamente más de calidad que de la cantidad de proteína suministrada logrando con ello mayor ganancia de peso (Lema, 2015). Asimismo, Ricci (2012) señala que la harina de sangre posee un contenido proteico de (75 - 85 %) y un 8,9 % de lisina mientras que la hemoglobina posee 92 % de proteína y 8 % de lisina juntamente de otros aminoácidos esenciales como metionina, valina, treonina y arginina (LICAN, 2015).

4.1.3. Conversión alimenticia

Los resultados obtenidos en la conversión alimenticia mostraron que no existe diferencias significativas para los tratamientos evaluados siendo T1 = 3,85, T2 = 3,9, T3 = 3,67 y T4 con 3,57. Lo que infiere que la inclusión de hemoglobina dentro de la dieta de cuyes no produce un efecto diferenciado y sobresaliente en comparación con la dieta testigo en la variable de estudio. Estos resultados difieren a los obtenidos por Salcedo (2017), quien evaluó harina de sangre bovina y harina de alfalfa como fuentes de proteína en el alimento balanceado para cuyes cuyos valores mostraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 = 5,2 y el T3 = 4; observándose que el tratamiento con harina de sangre alcanzo la mejor conversión alimenticia, demostrando así que las proteínas de origen animal producen efectos positivos y mejores en la conversión alimenticia de cuyes frente a las proteínas de origen vegetal. Por su parte, Barreros (2017) al evaluar cuatro niveles de harina de sangre T0 = 0 %, T1 = 2 %, T2 = 4 % y T3 = 6 %) obtuvo una conversión alimenticia de T0 = 4,03, T1 = 5,56, T2 = 3,91 y T3 = 3,58. Los mismo que demostraron que no existe diferencia estadística significativa en la conversión alimenticia. Del mismo modo, Luzón (2018) no obtuvo diferencia estadística significativa en la conversión al evaluar cinco niveles de harina de sangre bovina en pollos Cobb, cuyos tratamientos fueron T1 = 0 %, T2 = 1 %, T3 = 2 % T4 = 3 % y T5 = 4 %), tal como se muestra en los resultados T1 = 1,85, T2 = 1,85, T3 = 1,95, T4 = 1,95 y T5 = 1,2.

Al contrastar los resultados de la variable conversión alimenticia de los cuyes obtenidos en la investigación con los resultados presentados por Luzón (2018) y Salcedo (2017) observamos que tanto la hemoglobina como la harina de sangre frente a la harina de alfalfa obtuvieron buena conversión alimenticia, debido a que ambas poseen alto índice de digestibilidad, harina de sangre 99 % (Lázaro, 2017) de igual modo que la hemoglobina (LICAN, 2015). Frente a ello, atribuimos a que la similitud de los resultados sea debido a que la hemoglobina y la harina de sangre son proteínas de origen animal mientras que la harina de alfalfa es de origen vegetal y posee menor índice a digestibilidad. Las proteínas de origen animal presentan 90 % de digestibilidad mientras que las de origen vegetal presentan aproximadamente entre 60 y 70 % . Ello debido a factores como ausencia de fibra por ser proteínas globulares solubles, una

velocidad de tránsito menor, a la propia estructura que presentan y su digestión por enzimas (proteasa), conllevando a un mayor aprovechamiento de los aminoácidos en las proteínas de origen animal (González *et al.*, 2007).

4.1.4. Rendimiento de carcasa

La variable rendimiento de carcasa obtuvo valores estadísticamente significativos entre los cuatro tratamientos siendo, T1 = 69,67 %, T2 = 70,67 %, T3 = 72 %, y T4 = 73 %. De los cuales el T4 con 3 % hemoglobina mostró el mayor rendimiento (73 %) y el T1 con 0 % hemoglobina menor rendimiento (69,7 %). Los resultados difieren de lo mencionado por Zamora (2016), quien evaluó cuatro niveles de harina de sangre bovina (T0 con 0 %, T1 con 4 %, T2 con 8 %, T3 con 12 %) en la alimentación de cuyes tuvo como resultados T0 = 73,63 %, T1 = 71,52 %, T2 = 73,07 % y T3 = 73,77 %, el cual no obtuvo diferencias significativas al usar harina de sangre dentro de la dieta de los cuyes, ya que, el rendimiento del tratamiento testigo fue similar a los tratamientos con harina de sangre. Del mismo modo Ortiz (2015), al evaluar un alimento con harina de sangre al 5 % y un alimento comercial en cuyes machos y hembras obtuvo mejores resultados con este último respectivamente, tal como se muestra en los resultados T01 = 66,99 %, T02 = 72,45 %, T03 = 60,91 % y T04 = 65,87 %.

Los resultados de la investigación mostraron que la inclusión de 1, 2 y 3 % de hemoglobina en el alimento balanceado para cuyes sí influyó positivamente en el rendimiento de carcasa mientras que en los estudios ejecutados por Zamora (2016) y Ortiz (2015) la harina de sangre no influyó dentro de este parámetro productivo. Podemos decir que la diferencia sea debido a que ambos utilizaron harina de sangre procesada artesanalmente y considerando lo mencionado por Ricci (2012) que, si durante el proceso de elaboración no industrial para la harina de sangre no se controla rigurosamente la temperatura y el tiempo, el no considerar estos parámetros pueden disminuir la cantidad de nutrientes reduciendo la calidad del producto. Mientras que la hemoglobina es obtenida de manera minuciosa y estrictamente cada fase que comprende su proceso asegurando un producto de calidad (LICAN, 2015).

4.2. Determinación del tiempo que alcanzan los cuyes el peso de comercialización

Los resultados de la investigación mostraron que los cuyes en los cuatro tratamientos T1 = 0 %, T2 = 1, T3 = 2% y T4 = 3 % obtuvieron el peso de comercialización a partir de las 11 semanas de edad, cada tratamiento con su respectivo porcentaje siendo T1 = 44,4 %, T2 = 77,8 %, T3 = 88,9 % y el T4 = 100 %. INIA (2011) indica que los cuyes de la raza Perú alimentados con una alimentación mixta alcanzan el peso de comercialización a las 8 semanas de edad siendo de 1 041 g Por su parte, Zamora (2016), usó cuatro niveles de harina de sangre T0 con 0 %, T1 con 4 %, T2 con 8 % y T3 con 12 % en cuyes de cuatro semanas de edad y el tiempo de evaluación fue de 9 semanas donde logró los siguientes pesos T0 = 794,11 g, T1 = 1 031,44 g, T2 = 1 058,13 g, y T3 = 1 017,56; así mismo, Carbajal y Corimanya (2018) al usar tres niveles de haría de sangre T1 con 25 %, T2 con 35 % y T3 con 0 % en cuyes de 21 días de edad y cuyo tiempo de evaluación fue de dos meses obtuvieron pesos menores de 1 000 g. Mientras que Luzón (2018), evaluó 5 niveles de harina de sangre bovina en pollos cobb (T1 con 0 %, T2 con 1 %, T3 con 2 % T4 con 3 % y T5 con 4 %) por un periodo de 42 días, logró alcanzar el mayor peso final, ganancia de peso con la utilización harina de sangre al 4 %, tal como se observa en los resultados T1 = 1 439, 03 g, T2 = 1 335,63 g, T3 = 1 505,35, T4 = 1 483,47 g y T5 = 1 783,78 g en la alimentación de pollos. Estos estudios demuestran que la harina de sangre influyó positivamente en el peso de los cuyes y de las aves.

Al comparar dichos resultados, con los obtenidos en la investigación observamos que el peso de comercialización de 1 041 gramos fue alcanzado a partir de la semana 11 de edad, mientras que con harina de sangre algunos cuyes no llegaron al peso de comercialización. La diferencia aludimos a que la hemoglobina presenta mejores cualidades nutritivas como alta concentración de proteínas, mayor digestibilidad y otros aminoácidos esenciales como lo señala (LICAN, 2015). Mientras que la harina de sangre presenta un alto riesgo de perder su calidad nutritiva sino se es minucioso y estrictamente se controla los parámetros como temperatura y tiempo de cocción en su obtención mediante un proceso artesanal o no industrializado. Le hemoglobina como tal aportó porcentaje de proteína cruda (P.C) en los 4 tratamientos con hemoglobina T1: 0 %, T2: 0.9 %, T3: 1, 8 % y T4: 2,7 %. Los datos muestran que suministrar hemoglobina al

3 % dentro de la dieta aportó mayor cantidad de proteínas globulares en comparación con el tratamiento testigo, las cuales son absorbidas con mayor facilidad en la digestión por acción de las enzimas proteasas ayudando a que los cuyes logren ganar la mayor cantidad de peso llegando al peso de comercialización en menor tiempo.

4.3. Determinación del consumo total de alimento por tratamiento

El consumo total de materia seca no mostró diferencias significativas, sin embargo, existe diferencias numéricas siendo mayor el consumo en el T2 = 8 833 g, seguido T4 = 8 383 g, T3 = 8 364 g y T1 = 8 227 g. Estos consumos difieren de los reportados por Zamora (2016), quien evaluó el rendimiento y la composición corporal del cuy con tres niveles de sangre bovina (12, 8 y 4 % y el testigo con 0 %), obtuvo consumos de 3 931,99 g, 4 032,60 g, 4 014,69 g y el testigo con 4 163,84 g a las 9 semanas de evaluación, respectivamente. De igual modo Salcedo (2017), al evaluar alimentos balanceado usando como fuente proteica harina de alfalfa y harina de sangre bovina, obtuvo menor consumo en los cuyes en los que usó mayor porcentaje de harina de sangre (consumo promedio 49,4 g/día con inclusión de harinas de alfalfa al 18 % y de sangre al 4 %, y 49,2 g/día con inclusión de harina de sangre al 8 %). Los resultados de la investigación en contraste con los estudios realizados por Zamora (2016) y Salcedo (2017) muestran que la harina de sangre y la hemoglobina influyen directamente en el consumo de alimento, ya que, el consumo fue menor al consumo de alimento sin harina de sangre o hemoglobina, reflejando un índice medio de aceptabilidad por parte de los cuyes. La causa por la que los cuyes presenten aceptabilidad media al alimento preparado con harina de sangre o hemoglobina, se debe a que la harina de sangre contiene pequeñas cantidades de minerales, pero es muy rica en proteína, que le dan una composición bastante sesgada en aminoácidos. A causa de su escasa apetecibilidad, ha sido incluida en dosis bastante inferiores al 5% en las raciones para cerdos y aves de corral (Zamora, 2016).

4.4. Establecer la dieta más eficiente y rentable

La dieta más eficiente y rentable la presentó el T4 con 3 % de hemoglobina, la cual, obtuvo una retribución relativa de 21,03 %; ganancia de peso de 783,33 g, conversión alimenticia de 3,57 y

rendimiento de carcasa con 73 %; dichos valores fueron superiores a los obtenidos en el T1 con 0 % de hemoglobina, siendo: retribución relativa 0 %, ganancia de peso 712 g, conversión alimenticia 3,85 y rendimiento de carcasa 69,67 %. Es importante señalar que pese a que la dieta del T4, económicamente excedió en S/ 0,34 frente al T1 tal como lo muestra la Tabla 23 debido al costo de la hemoglobina (1 kg = S/ 9,00), obtuvo los mejores resultados en las variables anteriores por lo que consideró como más eficiente y rentable. Por su parte, Salcedo (2017) evaluó harina de sangre bovina (HS) y harina de alfalfa (HA) como fuente de proteína en el alimento balanceado para cuyes T1 con 36 % HA, T2 con 4 % HS y 18 % HA, T3 con 8 % HS y T4 como testigo y obtuvo mayor relación beneficio/costo en el T3 = 1,41 respecto al T2 = 1,32. De igual modo Zamora (2016), al evaluar 4 niveles de sangre procesada artesanalmente siendo T0 como testigo, T1 con 4 % HS, T2 con 8 % HS, T3 con 12 % HS; obtuvo la mejor relación costo beneficio con el T4 = S/ 1,53, seguido del T2 = S/ 1,40, T1 = S/ 1,30 y T0 = 1,28 nuevos soles. Los estudios realizados por Salcedo (2017) y Zamora (2018) presentaron dietas más económicas en comparación con los obtenidos en la investigación con hemoglobina, debido a que la harina de sangre al tener un proceso no industrial su costo de producción es mínimo y por ende al ser utilizada en mayor porcentaje dentro de la dieta disminuye el costo de la misma, más no la convierte en una dieta rentable ya que no produce diferencias significativas en los parámetros productivos. No obstante, la inclusión de hemoglobina dentro de la alimentación de cuyes, fue en porcentajes menores e influyó positivamente en la mayoría de los parámetros productivos ya mencionados anteriormente. Por lo que, Inferimos que la diferencia fue debido a los atributos nutricionales que contiene la hemoglobina como alto contenido proteico, alto valor en lisina y mayor digestibilidad que la convierten en una mejor opción frente a la harina de sangre y fuentes de proteína de origen vegetal (LICAN, 2015). Asimismo, al usar hemoglobina en las raciones de cuyes incrementará el contenido de hierro Fe^{+2} dentro de las mismas y los cuyes a su vez al ser consumidos por la población indirectamente ayudará a combatir deficiencias nutricionales existentes (Pañuela, 2005).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye:

- El uso de hemoglobina dentro de la alimentación de cuyes influyó positivamente en el peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la carcasa en cuyes sometidos a diferentes niveles de hemoglobina.
- El tiempo necesario para que los cuyes alcancen el peso de comercialización bajo cada tratamiento de hemoglobina es a partir de las 12 semanas de edad.
- El consumo total de alimento por tratamiento varía de acuerdo al porcentaje de hemoglobina que se incluyen dentro de la dieta presentando mayor cantidad de consumo el alimento que posee hemoglobina
- La dieta que demostró ser más eficiente y rentable en términos de ganancia de peso y costos de alimentación para los cuyes en crecimiento y engorde es la que contiene 3 % de hemoglobina dentro de su composición.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda:

- Incluir en la formulación de alimentos balanceados para cuyes la hemoglobina, como fuente proteica de origen animal, debido a su alta digestibilidad, para lograr mejores parámetros productivos.
- Evaluar la digestibilidad de los alimentos balanceados, elaborados con diferentes porcentajes de hemoglobina, en crecimiento y engorde.
- Realizar análisis organolépticos de la carne de los cuyes, para determinar si el uso de hemoglobina en su alimentación influye en el olor, color, sabor y ternura.
- Desarrollar investigaciones con mayores porcentajes de inclusión de hemoglobina en ración de cuyes para evaluar su efecto sobre los parámetros productivos y organolépticos, además de su rentabilidad.
- Evaluar el efecto de la hemoglobina en la etapa reproductiva de los cuyes en los diferentes parámetros.

REFERENCIAS

- Acosta, A. (2010). *Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento – engorde de cuyes*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Ecuador]. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1255/1/17T0975.pdf>
- Aguirre, C., Barona, C., y Dávila, G. (2020). La rentabilidad como herramienta para la toma de decisiones: análisis empírico en una empresa industrial. *Revista científica Valor contable*, 7 (1), 51-52.
- Aldana, H. (2011). Producción pecuaria. Colombia: Bogot, d.c, 2011. 958-9271-21-9.
- Asociación Peruana de Producción Animal [APPA], (2013). Memorias de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal [APPA], Lima, Perú.
- Ataucusi, A. (2015). *Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Manual p, 19-21. Programa PRA Buena ventura. CSE Arequipa. Primera edición. <http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/MANUAL%20CUY%20PDF.pdf>
- Aucapiña, C. y Marín, A. (2016). “Efecto de la extirpación de las espículas del glande del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso en comparación con un método químico (alcohol yodado 2%)”. [Tesis de Grado, Universidad de Cuenca, Ecuador]. Repositorio institucional <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24782/3/1.TESIS%20CUYES.pdf>
- Barreros, A. E. (2017). *Evaluación de tres niveles de proteína de harina de sangre como dieta suplementaria en la etapa de crecimiento-engorde en cuyes (Cavia porcellus) de la granja productiva*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador]. Repositorio institucional <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26401/1/Tesis%20102%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20523.pdf>
- Bouza, A. (2000). Reflexiones acerca del uso de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad en el sector salud. *Revista Cubana Salud Pública*, 1 (26), 52.

- Caicedo, A. (2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes. *Universidad de Nariño*. Pasto- Colombia. 323 págs.
- Cabrera, C. (2000). Valor nutricional de las harinas desangre uruguayas para la alimentación de aves de producción Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. Andes 1365, Piso 12. Montevideo – Uruguay
- Carbajal, D. y Corimanya, Y. (2018). *Alimentación de cuyes en la etapa de recría con harina de sangre en la granja de la central de asociaciones de productores agropecuarios nación wanka-Junin*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/575/1/TESIS%20CARBAJAL-CORIMANYA.doc%202018.pdf>
- Cayetano, J. (2019). *Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (Cavia porcellus) bajo dos sistemas de alimentación*. [Tesis postgrado, Universidad nacional agraria la molina, Lima]. Repositorio institucional <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3871/cayetano-robles-jovana-luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chauca L., Vega L. y Valverde N., (2004). Evaluación del crecimiento de cuyes raza Perú alimentados con raciones con diferente densidad nutricional. XXVII Reunión de la asociación peruana de producción. Recuperado de. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/401/3/Evaluacion_del_crecimiento_de_cuyes.pdf
- Chauca L. (2021). La crianza de cuyes en el Perú. Curso virtual producción de cuyes. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú. 79 págs.
- Chimba, L. (2012). Evaluación de 3 tipos de Microsilos a base de cebada, alfalfa, maíz con dulce de agave, en cuyes en la etapa de crecimiento y engorde” en la provincia de Cotopaxi, sector Salache Taniloma. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/642/1/T-UTC-0511.pdf>
- Comité distrital de seguridad ciudadana, [CODISEC], (2017). Plan distrital de seguridad ciudadana y convivencia social 2017. <https://docplayer.es/74152237-Comite-distrital-de-seguridad-ciudadana-elias-soplin-vargas-segunda-jerusalen.html>

Cresci A. (2019). El cuy. Veterinaria digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-cuy/>

Dirección Regional de Agricultura San Martín, [DRASAM], (2018). Informe sobre productores con crianza de cuy familiar (carta N° 06-208-scv/gccltj/desv, de fecha 24-10-2018)

Enrique, G., Dihigo, L. y Savón, L. (2019). Indicadores de la fermentación cecal en dietas de harina de *Morus alba* variedad Yu 62. *Pastos y forrajes*, 42 (4), 3. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000400296

Funtional Protein Source [LICAN], (2015). Licán Alimentos S.A.C. Calidad y Procesos. <https://www.licanfood.com/calidad-y-procesos.php>

Funtional Protein Source [LICAN], (2015). LICAN CELLS 92. Ficha técnica de Lican Cells (Hemoglobina en polvo). <https://www.licanfood.com/archivos/productos/LICAN-CELLS.pdf>

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, [FEDNA], (4 y 5 de noviembre de 2010). *Aditivos en alimentación animal: Presente y futuro*. [Discurso principal]. XXVI curso de especialización, Madrid. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, [FEDNA], (2015). Harina de sangre spray. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-desangre-spray

Frydman, S. (2012). Definición de alimentos balanceados. Balanceados Pienso

Guerra (2009). *Manual técnico de crianza de cuyes*. https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_tecnico_de_crianza_de_cuyes.pdf

Gonzáles, L., Téllez, A., Sampedro, J., y Náhera, H. (2007). Proteínas en la nutrición. Volumen 8 N°. 2 (abril a junio). Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>

Google Earth (2019). Mapa de ubicación de Granja Nita. Visitado 03/12/2022.

Hernández, C. 2008. Guía práctica. Crianza de cuyes. Universidad Católica, Sedes Sapientiae. Los Olivos, Perú.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodología%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Instituto Nacional de Innovación Agraria, [INIA], (2004). Cuy raza Perú. <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/635/1/Trip-Cuy-INIA2004.pdf>

Instituto Nacional de Innovación Agraria, [INIA], (2011). Cuy raza Perú. <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/raza/cuy/Cuy-raza-peru.pdf>

Instituto nacional tecnológico, [INATEC], (2016). Nutrición animal, Manual del Protagonista, p-20. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANL.53666>

Instituto nacional de innovación agraria, [INIA], (2018). *Producción de cuyes*, Curso Virtual, Módulo III: Nutrición y Alimentación, pág. 160. Recuperado de https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/644/mod_resource/content/1/MODULO-IIIa.pdf

Instituto nacional de innovación agraria, [INIA], (2020). *Manual de crianza de cuyes*, recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1077/1/Manual%20de%20Crianza%20de%20Cuyes-Versión%20Final.pdf>

Instituto nacional de innovación agraria, [INIA], (2020). *Sistematización de la experiencia de los subproyectos de la cadena del cuy financiados por el instituto nacional de innovación agraria a través del programa nacional de innovación agraria*. Primera edición, octubre 2020. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471413/Cuy%281%29.pdf.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2019). Microdatos [Conjunto de datos]. <https://iinei.inei.gob.pe/microdatos/>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2022). Microdatos [Conjunto de datos]. <https://iinei.inei.gob.pe/microdatos/>
- Jira, A. (2011). *Evaluación de tres niveles de heno de cebada en la alimentación de cuyes mejorados (cavia aperea porcellus) en la etapa de gestación y lactancia*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés-Bolivia]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10068/T-1517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lara, J. (2015). *Evaluación de tres niveles de harina de sangre de pollo (3%, 5% y 7%) como fuente de proteína en la alimentación de pollos Broiler en la etapa de pollipavo (40 – 70 días)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2794/AGRONOMIA%20-%20John%20Amado%20Lara%20Coral.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lasso, C. y Masabanda, L. (2017). *Evaluación de harina de sangre bovina en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y engorde*. [Tesis de grado, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador]. Repositorio institucional <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/EVALUACION%20DE%20HARINA%20DE%20SANGRE%20BOVINA%20EN%20LA%20ALIMENTACION%20DE%20CERDO%20EN%20LA%20ETAPA%20DE%20CRECIMIENTO%20Y%20ENGORDE.pdf>
- Lázaro, C. (2017). “*Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares de nivel primario que padecen anemia ferropénica*”. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa Perú]. Repositorio institucional <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/059eb2c5-1765-45a4-b3ac-34f0f7b9c124/content>
- León, G. (2019). *Desarrollo de la funcionalidad intestinal, con énfasis en la actividad amilásica del páncreas y crecimiento alométrico de los órganos digestivos, en cuyes desde el nacimiento hasta las 7 semanas de edad*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja - Ecuador]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23062/1/NATHALY%20DAYANA%20LEÓN%20GONZÁLEZ.pdf>
- León, Z.; Silva, E.; Callacna, M y Wilson, A (2016). *Vitamina C protegida en concentrado de Cavia porcellus “cuy” en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje*. [Trabajo de investigación, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7nspe/a14v7nspe.pdf>

- Lema, A. (2015). “Evaluación de la remolacha forrajera (*Beta vulgar, L.*) al 5%, 10% y 15% en la alimentación de cuyes hembras de reemplazo en el centro experimental y de producción Salache, Cotopaxi, 2014”. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional. <https://core.ac.uk/download/pdf/287338078.pdf>
- Luzón, S. M. (2018). *Uso de harina de sangre de camal para fórmulas balanceadas de pollos de engorde en la granja Santa Inés*. [Tesis de grado, Universidad Académica de Ciencias Agropecuarias-Ecuador]. Repositorio institucional http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12422/1/DE00008_TRABAJODETITULACION.pdf
- Medline Plus en español [Internet]. Bethesda (MD): Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.); Hemoglobina. [actualizado 25 enero. 2022; consulta 12 marzo 2023]. Disponible https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19510.htm
- Meléndez, K. (2014). *Harina de sangre de pollo en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), en crecimiento y engorde*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastida de Apurímac]. Repositorio institucional https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/267/T_0100.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Montes, T. (2012). Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. Guía Técnica. Agrobanco. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/015-a-crianza-tecnificada.pdf>
- Naclerio, F. (2007). *Utilización de las Proteínas y Aminoácidos como Suplementos o Integradores Dietéticos*. [Monografía, Universidad de Greenwich, 2]. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Naclerio/publication/280977138_Utilizacion_de_las_Proteinas_y_Aminoacidos_como_Suplementos_o_Integradores_Dieteticos/links/55cf1f0108ae118c85bee28f/Utilizacion-de-las-Proteinas-y-Aminoacidos-como-Suplementos-o-Integradores-Dieteticos.pdf
- National Research Council (NRC). 1995. Nutrient Requirements of the Guinea Pig. En: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th ed. Washington D.C.: National Academy Press. NRC. p 2-27.

- Ocampo, M. (2015). *Producción de un pienso balanceado destinado a la alimentación del cuy (Cavia porcellus) a partir del Sunchu (Viguiera lanceolata)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3223/IQoccumk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], (2007). Alimentación Animal, 51, <https://www.fao.org/3/a1564s/a1564s03.pdf>
- Ortiz, G. (2015). *Determinación de conversión alimenticia y calidad de carne de cuyes (Cavia porcellus) alimentados con una dieta a base de harina de sangre, en etapa de crecimiento*. [Tesis para grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/524>
- Panduro, W. (2019). *Inclusión de diferentes niveles de harina de bagazo de naranja (Citrus sinensis) en raciones balanceadas de cuyes (Cavia porcellus l.) de la línea mejorada Perú en fases de crecimiento y acabado*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1489/PVWG_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pañuela, O. (2005), Hemoglobina: una molécula modelo para el investigador. Vol. 36 N° 3. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v36n3/v36n3a12.pdf>
- Pardo, A. (2016). *Enterodisbiosis en cobayos Cavia porcellus (rodentia: caviidae): Etiología, fisiopatología, signos, diagnóstico y terapéutica*. [Proyecto Investigación- Monográfico, Universidad de La Salle - Colombia]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1180&context=medicina_veterinaria
- Pérez, J. y Merino, M (2017). Definición de forraje. <https://definicion.de/forraje/>
- Ramón, A. (2017). Determinación de características morfofisiológicas del tracto digestivo del cuy (Cavia porcellus). [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja, Ecuador]. Repositorio Institucional: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18826/1/Alex%20Mauricio%20Ramón%20Jaramillo.pdf>

- Ricci, O. E. (2012). Harina de Sangre. Engormix. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/harina-de-sangre-t29408.htm>
- Rico, E. y Rivas, C. (2003), *Manual sobre el manejo de cuyes*. USA. Benson Agriculture and Food Institute. http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual_manejo_cuyes-1.pdf
- Salcedo, W. A. (2017). *Evaluación de harina de sangre bovina y harina de alfalfa (Medicago sativa) como fuentes de proteína en el alimento balanceado para cuyes (Cavia porcellus L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Antiplano – Puno]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3276369>
- Salinas, M. (2002). Crianza y Comercialización de cuyes. Lima: Ripalme, 2002. págs. 14, 21, 24. ISBN O-7020-2782-0. <https://www.libreriaolejnik.com/ventana.php?codig=28506>
- Shimada, A. (2003). Nutrición animal. México, Trillas: Trillas. S. A. de C.V.
- Valderrama, M. (2008). Biblioteca de campo. Colombia: Printed in Colombia, 2008. ISBN 958-8233-40-2.
- Velis, G. (2017). *Engorde de cuyes con dos dietas diferentes utilizando maíz chala y brocoli*”. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima]. https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/864/864673.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20230321%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20230321T045121Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=d6d9e1ca18833d0ea132e0444dab2353736bdae96695528098c2f4bb1d71261f
- Vergara V., (noviembre 25-26, 2016). Optimización de los sistemas de alimentación en los diferentes pisos ecológicos del país. En E Flores y J Chávez (presidentes) *Avances sobre producción de cuyes en el Perú*. [Simposio] En XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). La Molina UNALM. Lima-Perú.
- Vivas y Carballo (2013). Manual de crianza de cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>

Zamora, S. y Callacna, M. (2017). Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) suplementados con harina de sangre bovina. *Revista RICBA* 1(1): 47-52, 2017 • ISSN: 2521-5485. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/ricba/article/view/175/115>

Zamora, S. J. (2016). *Rendimiento y composición corporal de cuyes (Cavia porcellus) suplementados con tres niveles de harina de sangre bovino (Bos taurus) procesada artesanalmente*. [Tesis maestra, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de posgrado].

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3568/TESIS%20MAESTRIA%20SEGUNDO%20JOSE%20ZAMORA%20HUAMÁN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TERMINOLOGÍA

Aditivos: Se definen como sustancias o microorganismos diferentes de la materia prima y premezclas que se utilizan en mínimas cantidades y son incorporados intencionadamente en la formulación del alimento o al agua con el fin que influya propiciamente en mejorar las características, aumentando la calidad nutricional del alimento (FEDNA, 2010).

Alimento Balanceado: Se define así porque la materia prima usada es utilizada en justas proporciones y porcentajes a ello sumado alta calidad de la materia prima se obtendrá un alimento nutritivo (Frydman, 2012).

Aminoácidos: Son componentes esenciales de las proteínas encargados de formar los tejidos, enzimas y otros componentes del organismo, como hormonas, sangre, material genético, anticuerpos, etc. (Naclerio, 2007).

Eficiencia: Virtud y facultad para lograr un efecto determinado (Bouza, 2000).

Fermentación Cecal: Es un tipo de fermentación microbiana realizado en el segmento cecal del tracto intestinal de los animales (cuyes y conejos) (Enrique, *et al.*, 2019).

Forraje: Hierba o pasto seco que se da al ganado (Pérez y Merino, 2017).

Guinea pig: Conocido también como cuy o conejillo de indias, es un mamífero, que pertenece al orden Rodentia y a la familia Caviidae (Pardo, 2016).

Hemoglobina: La hemoglobina es el componente más importante de los glóbulos rojos y está compuesto de una proteína llamada hemo, que fija el oxígeno, para ser intercambiado en los pulmones por dióxido de carbono (Medline Plus, 2022).

Insumos: Son sus productos de origen animal y vegetal que pueden emplearse en la formulación de alimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2007).

Monogástrico: Monogástrico proviene de términos mono - (uno solo, único) y gástrico (concerniente o referente al estómago). Se apunta a los animales que presentan un estómago simple, con una capacidad de almacenamiento media incluido el ser humano (Naclerio, 2007).

Parámetros Productivos: Son formas o índices que miden la producción animal, tales como ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimientos de carcaza, rentabilidad, etc. (Luzón,2018).

Rentabilidad: Es la encargada de mostrar el desempeño financiero de una empresa para la toma de decisiones (Aguirre, *et al.*, 2020).

APÉNDICES

Apéndice 1

Composición porcentual de las raciones experimentales para la etapa de crecimiento

Nutrientes	Etapa crecimiento (29 a 63 días)			
	T1	T2	T3	T4
Maíz	8,4	8,2	9,75	11,3
Subproducto de trigo	55	59	59,5	60
Heno de alfalfa	2,7	2	2,6	3
Trigo	11,6	11	10,65	10,4
Soya integral	19,55	16	12,7	9,45
Colimax	0,05	0,05	0,05	0,05
Premezcla cuy	0,1	0,1	0,1	0,1
Metionina	0,11	0,1	0,11	0,12
Fosfato granulado	0,2	0,24	0,28	0,35
Carbonato de calcio	1,64	1,66	1,61	1,58
Sucran	0,01	0,01	0,01	0,01
Hepatoprotector	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal yodada	0,23	0,23	0,23	0,23
Bicarbonato de sodio	0,1	0,1	0,1	0,1
Atrapador	0,1	0,1	0,1	0,1
Antihongo	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015
Hemoglobina	0	1	2	3
Vio Premium	0,025	0,025	0,025	0,025
Enramax	0,02	0,02	0,2	0,02
Herbal C	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

*Elaborada en ficha Excel con empleo de fórmulas, tomando como base lo señalado por Vergara (2016) en la tabla 4.

Apéndice 2

Composición nutricional de las raciones experimentales para la etapa de crecimiento

Insumos	Etapa crecimiento (29 a 63 días)				
	T1	T2	T3	T4	Rq./etapa
Energía digestible (Mcal/kg)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Fibra (%)	7,99	8,00	8,02	8,00	8,00
Proteína cruda (%)	18,01	18,00	18,00	18,00	18,00
Lisina (%)	0,82	0,84	0,83	0,83	0,83
Metionina (%)	0,36	0,35	0,35	0,36	0,36
Met. + Cist. (%)	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74
Arginina (%)	1,17	1,18	1,19	1,17	1,17
Treonina (%)	0,60	0,59	0,58	0,59	0,59
Triptofano (%)	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18
Calcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sodio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

*Composición nutricional de la Chala de Maíz, reportado por el Instituto nacional de innovación agraria, [INIA], (2018): % Proteína de 6,6 – 8,5 y energía digestible de 59,6 NDT. Aporte en porcentaje de proteína cruda (P.C) en los 4 tratamientos con hemoglobina T1: 0 %, T2: 0,9 %, T3: 1, 8 % y T4: 2,7 %.

Apéndice 3

Composición porcentual de las raciones experimentales para la etapa de engorde

Nutrientes	Etapa engorde(64 a 84 días)			
	T1	T2	T3	T4
Maíz	0,6	2,45	2,34	2,18
Subproducto de trigo	67,4	67,4	71	75
Heno de alfalfa	8,8	9,3	8,8	8
Trigo	9,15	9	8,35	7,75
Soya integral	11,5	8,3	4,9	1,4
Colimax	0,05	0,05	0,05	0,05
Premezcla cuy	0,1	0,1	0,1	0,1
Metionina	0,11	0,11	0,11	0,12
Fosfato granulado	0,32	0,36	0,4	0,43
Carbonato de calcio	1,32	1,28	1,3	1,32
Sucran	0,01	0,01	0,01	0,01
Hepatoprotector	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal yodada	0,23	0,23	0,23	0,23
Bicarbonato de sodio	0,1	0,1	0,1	0,1
Atrapador	0,1	0,1	0,1	0,1
Antihongo	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015
Hemoglobina	0	1	2	3
Vio Premium	0,025	0,025	0,025	0,025
Enramax	0,02	0,02	0,02	0,02
Herbal C	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100	100	100	100

*Elaborada en ficha Excel con empleo de fórmulas, tomando como base lo señalado por Vergara (2016) en la tabla 4.

Apéndice 4

Composición nutricional de las raciones experimentales para la etapa de engorde

Insumos	Etapa engorde (64 a 84 días)				
	T1	T2	T3	T4	Rq./etapa
Energía digestible (Mcal/kg)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Fibra bruta (%)	10,03	9,99	10,02	10,01	10,00
Proteína cruda (%)	17,00	16,99	17,01	17,02	17,00
Lisina (%)	0,79	0,79	0,80	0,80	0,78
Metionina (%)	0,33	0,35	0,36	0,34	0,34
Met. + Cist. (%)	0,71	0,69	0,70	0,71	0,70
Arginina (%)	1,11	1,09	1,11	1,09	1,10
Treonina (%)	0,59	0,59	0,58	0,58	0,56
Triptófano (%)	0,31	0,30	0,28	0,27	0,17
Calcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sodio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

*Composición nutricional de la Chala de Maíz, reportado por el Instituto nacional de innovación agraria, [INIA], (2018): % Proteína de 6,6 – 8,5 y energía digestible de 59,6 NDT. Aporte en porcentaje de proteína cruda (P.C) en los 4 tratamientos con hemoglobina T1: 0 %, T2: 0,9 %, T3: 1,8 % y T4: 2,7 %.

Apéndice 5

Pesos semanales de los cuyes por grupo experimental

Tratamientos	Rep	Peso inicial (g)	Semanas								Gan.Peso (cuy/g)
			1	2	3	4	5	6	7	8	
T1 (0 % Hemoglobina)	R1	427	494	582	670	767	859	964	1 071	1 169	742
	R2	418	479	544	626	710	791	888	993	1 091	672
	R3	439	530	621	730	818	898	974	1 070	1 160	721
T2 (1 % Hemoglobina)	R1	427	493	579	670	756	843	952	1 062	1 158	731
	R2	427	507	606	691	791	882	994	1 104	1 196	769
	R3	433	532	631	727	803	897	994	1 104	1 197	764
T3 (2 % Hemoglobina)	R1	422	501	605	697	798	887	991	1 103	1 197	775
	R2	434	533	613	682	774	864	974	1 085	1 178	744
	R3	425	501	592	691	797	891	999	1 113	1 207	781
T4 (3 % Hemoglobina)	R1	424	509	581	683	792	894	1001	1 113	1 212	788
	R2	436	516	612	704	810	903	1014	1 125	1 220	784
	R3	423	511	591	686	789	884	993	1 071	1 201	778

Apéndice 6

Ganancia de peso semanal de los cuyes por grupo experimental

Tratamientos	Repeticiones	Peso inicial (g)	Semanas								Gan.Peso (cuy/g)
			1	2	3	4	5	6	7	8	
T1 (0 % Hemoglobina)	R1	427	67	88	88	97	92	105	107	98	742
	R2	418	60	65	82	84	81	97	105	98	672
	R3	439	90	91	110	88	80	76	97	90	721
T2 (1 % Hemoglobina)	R1	427	65	87	90	86	87	109	111	96	731
	R2	427	79	99	85	100	91	112	110	92	769
	R3	433	99	99	96	76	94	97	110	93	764
T3 (2 % Hemoglobina)	R1	422	79	104	92	101	88	105	111	95	775
	R2	434	99	80	69	92	90	110	111	93	744
	R3	425	75	91	99	106	94	108	114	93	781
T4 (3 % Hemoglobina)	R1	424	85	72	102	109	102	107	113	98	788
	R2	436	80	96	92	106	93	111	112	94	784
	R3	423	87	80	95	103	95	108	78	130	778

Apéndice 7

Conversión alimenticia de los cuyes por grupo experimental

Tratamientos	Repeti- ciones	Consumo t.(ms) de alimento balanceado (g)	Consumo t. (ms) de forraje de chala (g)	Total periodo (ms)	Consumo (g/cuy)	Ganancia peso (g/cuy)	Conv. Alimenticia
T1 (0 % Hemoglobina)	R1	5 118	3 442	8 559	2 853	742	3,85
	R2	4 381	3 017	7 398	2 466	672	3,67
	R3	5 077	3 648	8 725	2 908	721	4,03
	PROM	4 859	3 369	8 227	2 742	712	3,85
T2 (1 % Hemoglobina)	R1	4 973	3 210	8 184	2 728	731	3,73
	R2	5 496	3 429	8 925	2 975	769	3,87
	R3	5 708	3 683	9 390	3 130	764	4,10
	PROM	5 392	3 441	8 833	2 944	754	3,90
T3 (2 % Hemoglobina)	R1	5 427	3 207	8 634	2 878	775	3,71
	R2	4 827	3 370	8 197	2 732	744	3,67
	R3	5 117	3 144	8 261	2 754	781	3,53
	PROM	5 124	3 240	8 364	2 788	767	3,63
T4 (3 % Hemoglobina)	R1	5 020	3 271	8 291	2 764	788	3,51
	R2	5 158	3 409	8 568	2 856	784	3,64
	R3	5 120	3 169	8 289	2 763	778	3,55
	PROM	5 099	3 283	8 382	2 794	783	3,57

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 8

Rendimiento de carcasa de los cuyes por cada grupo experimental

Tratamientos	Rep	Código	Peso vivo	Peso carcasa	Rdto (%)	
T1 (0 % Hemoglobina)	R1	1	1 204	854	71	
		2	1 105	773	70	
		3	1 198	838	70	
	PROM			1 169	822	70
		19	1 111	771	69	
		20	1 076	736	68	
	R2	21	1 085	762	70	
		PROM		1 091	756	69
		34	1 166	810	69	
	R3	35	1 160	816	70	
		36	1 155	805	70	
		PROM		1 160	810	70
T2 (1 % Hemoglobina)	R1	25	1 197	843	70	
		26	1 104	781	71	
		27	1 173	824	70	
	PROM			1 158	816	70
		7	1 120	792	71	
		8	1 250	880	70	
	R2	9	1 219	861	71	
		PROM		1 196	844	71
		16	1 215	865	71	
	R3	17	1 185	841	71	
		18	1 191	838	70	
		PROM		1 197	848	71
T3 (2 % Hemoglobina)	R1	22	1 207	872	72	
		23	1 206	867	72	
		24	1 179	846	72	
	PROM			1 197	862	72
		4	1 110	790	71	
		5	1 195	859	72	
	R2	6	1 229	889	72	
		PROM		1 178	846	72
		31	1 206	863	72	
	R3	32	1 213	875	72	
		33	1 201	861	72	
		PROM		1 207	866	72
R1	13	1 151	847	74		
	14	1 306	942	72		
	15	1 178	857	73		
PROM			1 212	882	73	
	10	1 202	878	73		

	R2	11	1 227	887	72
T4 (3 %		12	1 230	905	74
Hemoglobina)	PROM		1 220	890	73
	R3	28	1 179	858	73
		29	1263	927	73
		30	1 162	832	72
	PROM		1 201	872	73

Apéndice 9

Parámetros productivos de los cuyes obtenidos en la fase experimental (56 días de evaluación)

Tratamientos	Repeti- ciones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganan- cia de peso (g)	Cons. de alim. balanc. (g)	Cons. T (alim. balan + forraje)	Conv. Alimenti- cia	Rendimiento de carcasa (%)	peso de carca sa (g)
T1 (0 % Hemoglobina)	R1	427	1 169	742	5 118	8 559	3,85	70,28	822
	R2	418	1 091	673	4 381	7 398	3,67	69,34	756
	R3	439	1 160	721	5 077	8 725	4,03	69,84	810
	PROM	428	1 140	712	4 859	8 227	3,85	69,82	796
T2 (1 % Hemoglobina)	R1	427	1 158	731	4 973	8 184	3,73	70,47	816
	R2	427	1 196	769	5 496	8 925	3,87	70,58	844
	R3	433	1 197	764	5 708	9 390	4,10	70,84	848
	PROM	429	1 184	755	5 392	8 833	3,90	70,63	836
T3 (2 % Hemoglobina)	R1	422	1 197	775	5 427	8 634	3,71	71,96	862
	R2	434	1 178	744	4 827	8 197	3,67	71,80	846
	R3	425	1 207	782	5 117	8 261	3,52	71,79	866
	PROM	427	1 194	767	5 124	8 364	3,64	71,85	858
T4 (3 % Hemoglobina)	R1	424	1 212	788	5 020	8 291	3,51	72,82	882
	R2	436	1 220	784	5 158	8 568	3,64	72,97	890
	R3	423	1 201	778	5 120	8 289	3,55	72,59	872
	PROM	428	1 211	783	5 099	8 382	3,57	72,79	881

Apéndice 10

Validación de supuestos para peso final (8 semanas de evaluación)

a) Normalidad: Prueba Shapiro-Wilks

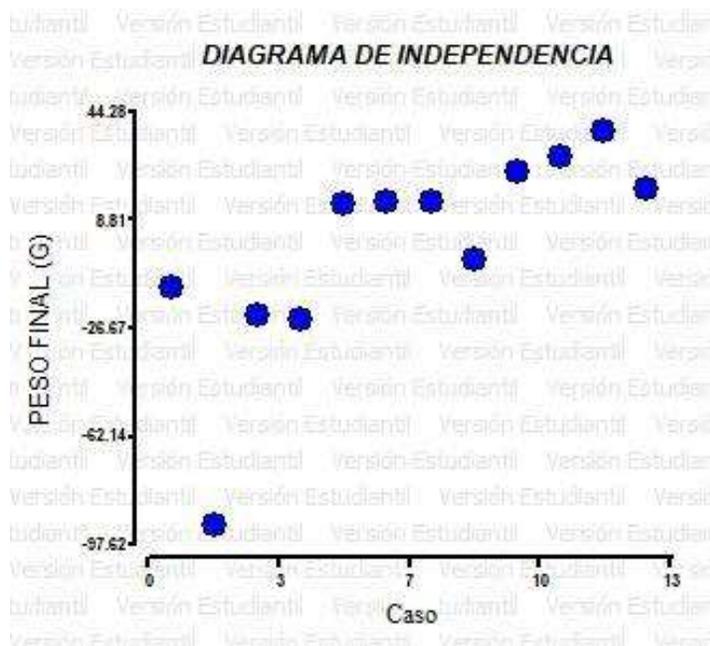
Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Rduo peso final (g)	12	0,00	21,84	0,92	0,4742

b) Homocedasticidad: Prueba de Levenne

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1 407,95	3	469,32	0,92	0,4758
Tratamientos	1 407,95	3	469,32	0,92	0,4758
Error	4 102,59	8	512,82		
Total	5 510,55	11			

c) Independencia de los residuos:



Apéndice 11

Validación de supuestos para la ganancia de peso

a) Normalidad: Prueba Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Rduo. ganancia de peso (G)	12	0,00	19,59	0,92	0,4736

Fuente: Elaboración propia.

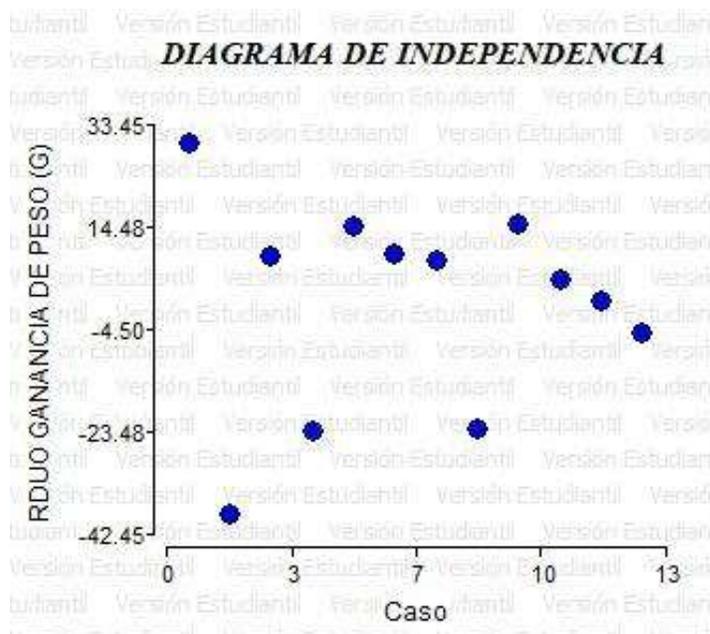
b) Homocedasticidad: Prueba de Levenne

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	757,74	3	252,58	2,87	0,1040
Tratamientos	757,74	3	252,58	2,87	0,1040
Error	705,26	8	88,16		
Total	1 463,00	11			

Fuente: Elaboración propia.

c) Independencia de los residuos:



Apéndice 12

Validación de supuesto para la conversión alimenticia

a) Normalidad: Prueba Shapiro-Wilks

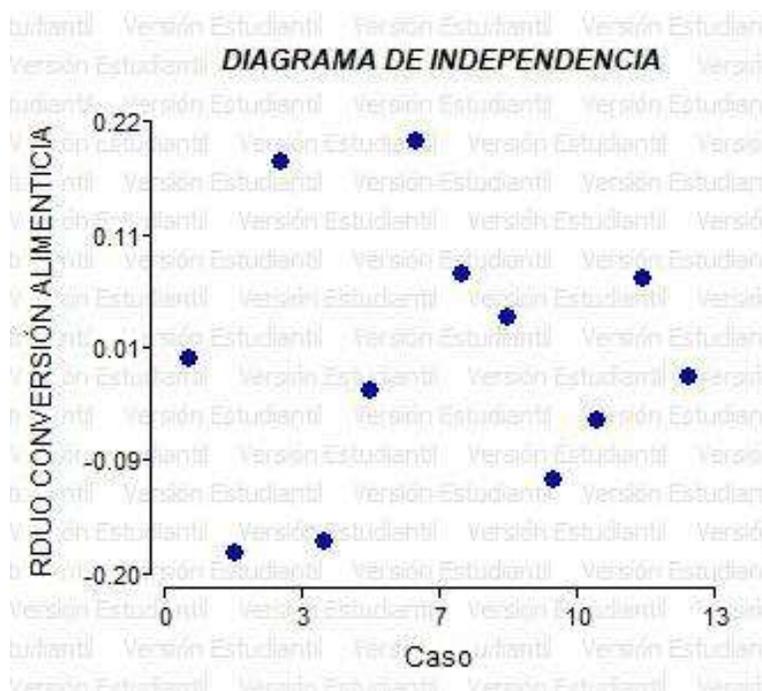
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Rduo conversión alimenticia	12	0,00	0,12	0,93	0,5813

b) Homocedasticidad: Prueba de Levenne

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,6E-03	0,86	0,4994
Tratamientos	0,01	3	4,6E-03	0,86	0,4994
Error	0,04	8	0,01		
Total	0,06	11			

c) Independencia de los residuos:



Apéndice 13

Validación de supuesto para el rendimiento de carcasa

a) Normalidad: Prueba Shapiro-Wilks

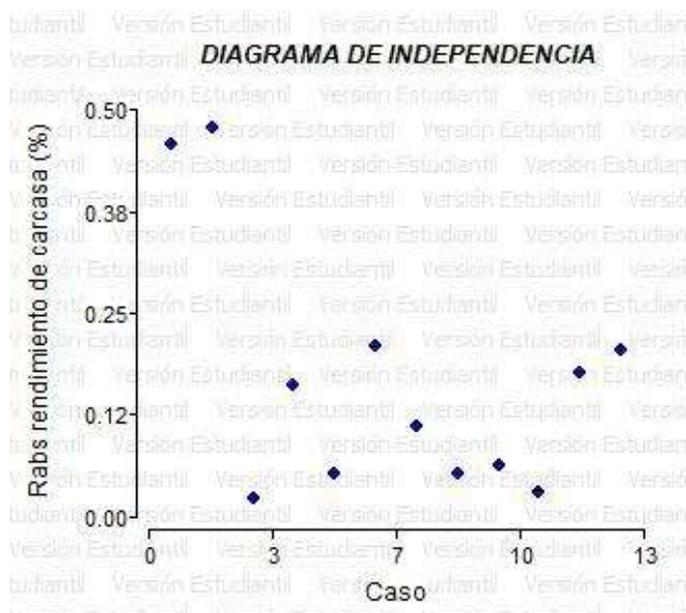
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Rduo rendimiento de carcasa	12	0,00	0,23	0,99	0,9937

b) Homocedasticidad: Prueba de Levenne

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Tratamientos	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	0,61	8	0,08		
Total	0,61	11			

c) Independencia de los residuos:



Apéndice 14

Validación de supuestos del consumo de alimento

a) Normalidad: Prueba Shapiro-Wilks

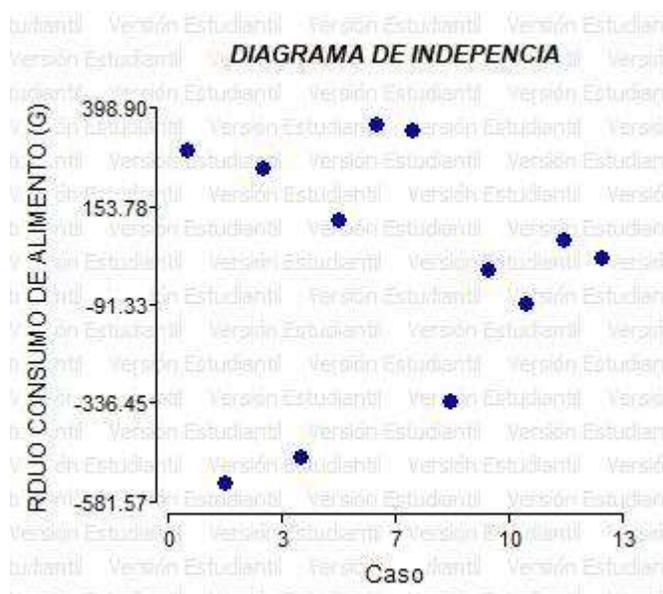
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CONSUMO DE ALIMENTO (G)	12	0,00	306,65	0,88	0,1534

b) Homocedasticidad: Prueba de Levenne

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	156 022,04	3	52 007,35	2,20	0,1653
TRATAMIENTOS	156 022,04	3	52 007,35	2,20	0,1653
Error	188 774,37	8	23 596,80		
Total	344 796,41	11			

c) Independencia de los residuos:



Apéndice 15

Ubicación del ensayo y preparación de alimento balanceado



Apéndice 16

Suministro de alimento



Apéndice 17

Toma de Peso semanal



Apéndice 18

Pasos para la obtención de la carcasa

